



۱

راهنمای جامع طراحی ساختمان

طراحی صفحات کف ستون
و میل مهار به روش LRFD و ASD

(سیستم S.I)



تألیف و ترجمه:

دکتر بهمن سبحانی

(دکتری عمران - سازه)

مهندس عفت اسماعیل زاده شهری

(کارشناس ارشد سازه)



سرشناسه: Fisher, James M. فیشر، جیمز ام.
 عنوان و نام پدیدآور: راهنمای جامع طراحی ساختمان ۱: طراحی صفحات کف ستون و میل مهار به روش ASD و LRFD سیستم (S.I) / جیمز ام. فیشر، لاورنس ای. کلویبر؛ تالیف و ترجمه بهمن سبحانی، عفت اسماعیل زاده شهری.
 مشخصات نشر: تهران: نوآور، ۱۴۰۰.
 مشخصات ظاهری: ۱۴۶ ص.
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۴-۱
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا
 یادداشت: "Base plate and anchor rod design, 2nd. ed, 2010"
 بخش اعظم کتاب حاضر ترجمه کتاب "Base plate and anchor rod design, 2nd. ed, 2010" تالیف جیمز ام. فیشر و لاورنس ای. کلویبر است.
 عنوان دیگر: طراحی صفحات کف ستون و میل مهار به روش ASD و LRFD سیستم (S.I).
 موضوع: پی سازی - طراحی و ساخت - Foundations -- Design and construction
 موضوع: ساختمان های فلزی -- اتصال ها -- طرح و ساختمان
 موضوع: Building, Iron and steel -- Joints -- Design and construction
 شناسه افزوده: کلویبر، لاورنس ای. - Kloiber, Lawrence A.
 شناسه افزوده: سبحانی، بهمن، ۱۳۶۰ - مترجم
 شناسه افزوده: اسماعیل زاده شهری، عفت، ۱۳۵۸ - مترجم
 رده بندی کنگره: TAY۵۵
 رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۵
 شماره کتابشناسی ملی: ۸۵۰۹۶۰۳
 اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

راهنمای جامع طراحی ساختمان (۱) طراحی صفحات کف ستون و میل مهار به روش ASD و LRFD



نشر نوآور

تألیف و ترجمه: دکتر بهمن سبحانی،
 مهندس عفت اسماعیل زاده شهری
 ناشر: نوآور
 مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
 شمارگان: ۵۰۰ نسخه
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۴-۱

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
 ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
 طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
 مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق
 به نشر نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این
 کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر
 الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی،
 دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی
 از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت
 پیگرد قانونی قرار می گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

https://telegram.me/noavarpub

https://www.instagram.com/noavarpub/

فهرست مطالب

۷	مقدمه
۹	فصل اول / مقدمه‌ای بر اتصالات کف ستون
۹	۱-۱ مقدمه
۱۴	فصل دوم / مصالح، ساخت، نصب و تعمیرات
۱۴	۱-۲ مشخصات مصالح
۱۴	۲-۲ انتخاب مصالح مربوط به صفحه ستون
۱۶	۳-۲ ساخت و اتمام عملیات کف ستون
۱۸	۴-۲ جوشکاری کف ستون
۲۰	۵-۲ مصالح مربوط به میل مهارها
۲۲	۶-۲ سوراخ‌های کف ستون برای میل مهارها و واشرها
۲۴	۷-۲ سازه‌بندی میل مهارها و طرح چیدمان آنها
۲۵	۸-۲ جایگذاری میل مهارها و رواداری‌های مربوط به آن
۲۸	۹-۲ فرآیند نصب ستون
۲۹	۱-۹-۲ روش مهره و واشر تنظیم‌کننده
۳۰	۲-۹-۲ روش نصب صفحه تنظیم یا صفحه تراز
۳۱	۳-۹-۲ روش نصب شیم گذاری یا فاصله‌گذار
۳۲	۴-۹-۲ روش نصب صفحات بزرگ
۳۳	۱۰-۲ الزامات گروت‌ریزی
۳۴	۱۱-۲ تعمیرات مربوط به میل مهارها
۳۵	۱-۱۱-۲ اصلاح موقعیت نصب اشتباه در میل مهارها
۳۵	۲-۱۱-۲ کج بودن و یا خم شدن میل مهارها
۳۷	۳-۱۱-۲ پیش آمدگی خیلی کم یا زیاد میل مهارها (در بالای کف ستون)
۴۰	۴-۱۱-۲ الگوی چرخش ۹۰ درجه در کف ستون
۴۰	۱۲-۲ جزئیات طراحی لرزه‌ای برای نواحی لرزه‌ای D مطابق آیین‌نامه AISC341-16
۴۳	فصل سوم / طراحی اتصال ورق کف ستون
۴۴	۱-۳ کف ستون تحت اثر بار محوری فشاری
۴۴	۲-۱-۳ حد انکای بتن
۴۷	۲-۱-۳ حد تسلیم ورق کف ستون (در مقاطع W یا I یا H)
۴۸	۳-۱-۳ حد تسلیم ورق کف ستون (در مقاطع لوله‌ای و مقاطع توخالی سازه‌ای یا HSS)
۴۹	۴-۱-۳ روش کلی طراحی کف ستون
۵۲	۲-۳ طراحی برای بارهای کششی محوری
۵۳	۱-۲-۳ طراحی میل مهار برای کشش
۵۴	۲-۲-۳ نیروهای کششی مهار بتن
۵۵	۱-۲-۲-۳ نیروی بیرون کشیدگی در بتن
۵۷	۲-۲-۲-۳ طراحی ظرفیتی بتن (مقاومت شکست مخروطی بتن)
۶۲	۳-۳ طراحی ورق‌های کف ستون برای لنگرهای خمشی کوچک

۶۴	۱-۳-۳ تنش اتکایی بتن
۶۴	۲-۳-۳ حالت حدی تسلیم کف ستون در وجه فشاری
۶۶	۳-۳-۳ حالت حدی تسلیم کف ستون در وجه کششی
۶۶	۴-۳-۳ روش کلی طراحی
۶۷	۴-۳ طراحی کف ستون با لنگرهای خمشی بزرگ
۶۷	۱-۴-۳ نیروهای سطح اتکای بتن و میل مهارها
۶۹	۲-۴-۳ حالت حدی تسلیم کف ستون در وجه فشاری
۶۹	۳-۴-۳ حالت حدی تسلیم کف ستون در وجه کششی
۷۰	۴-۴-۳ روش کلی طراحی
۷۰	۵-۳ طراحی کف ستون برای برش
۷۱	۱-۵-۳ انتقال برش از طریق اصطکاک بین ورق کف ستون و سطح گروت یا بتن
۷۱	۲-۵-۳ انتقال برش توسط تنش اتکایی و یا استفاده از زبانه برشی در سطح بتن
۷۳	۳-۵-۳ میل مهارها تحت برش
۷۹	۳-۵-۴ اندرکنش نیروهای کششی و برشی در بتن
۷۹	۳-۵-۵ آرماتور کلاف و سنجاقی (U شکل) جهت انتقال برش

۸۲ فصل چهارم / مثال‌های طراحی کف ستون

۹۲	۱-۴ کنترل تنش در جان ستون (فاز پایه)
۱۰۹	۲-۴ تنش‌های برشی در میل مهارها
۱۱۰	۳-۴ تنش‌ها کششی

۱۱۳ فصل پنجم / نکات ویژه در اتصالات دو مهره‌ای، اتصالات پیش‌تینده و سازه‌های ویژه

۱۱۳	۱-۵ الزامات طراحی
۱۱۵	۱-۱-۵ حالت حدی فشاری در میل مهارها
۱۱۶	۲-۱-۵ حالت حدی خستگی کششی در میل مهارها
۱۲۱	۲-۵ الزامات نصب برای اتصالات پیش‌تینده
۱۲۲	۱-۲-۵ اتصالات دو مهره‌ای
۱۲۷	۲-۲-۵ اتصالات پیش‌تینده
۱۲۸	۳-۲-۵ بازرسی و نگهداری پس از نصب

۱۳۲ فصل ششم / توزیع فشار مثلثی در صفحات کف ستون

۱۳۲	۱-۶ مقدمه
۱۳۳	۲-۶ تعیین ضخامت مورد نیاز کف ستون برای مقاومت موجود
۱۳۳	۳-۶ تعیین تنش مورد نیاز با در نظر گرفتن اثر خروج از مرکزیت نیروی محوری
۱۳۴	۴-۶ مراحل طراحی کف ستون برای لنگرهای کوچک
۱۳۶	۵-۶ مراحل طراحی کف ستون برای لنگرهای بزرگ
۱۳۸	۶-۶ مثال طراحی، طراحی کف ستون برای لنگر کوچک بر اساس روش توزیع فشار مثلثی
۱۴۱	۷-۶ مثال طراحی، طراحی کف ستون برای لنگر بزرگ بر اساس روش توزیع فشار مثلثی

۱۴۶ منابع و ماخذ

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنا به تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود. همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

کتاب حاضر با عنوان راهنمای جامع طراحی ساختمان (۱) " طراحی صفحات کف ستون و میل مهار " که مبنای آن بر اساس کتاب راهنمای (۱- Design Guide Steel AISC) از مجموعه راهنمای طراحی سازه فولادی که توسط AISC ارائه شده است، می‌باشد. کتاب راهنمای طراحی شماره یک (۱- Design Guide Steel AISC) بر اساس ضوابط منتشر شده آئین‌نامه‌های مربوطه در سال ۲۰۱۰ و بر اساس سیستم واحد US نگاشته شده است. نگارنده کتاب حاضر، بر اساس ضوابط جدید آئین‌نامه‌های ۱۶- AISI۳۶۰، ۱۶- AISI۳۴۱ و ۱۹- ACI۳۱۸ و بر اساس سیستم واحد I.S نسبت به تغییرات آن اقدام نموده و مطالبی نیز مازاد بر این راهنما به کتاب افزوده است.

با توجه به عدم وجود کتاب کامل و جامع، و نیز تعداد محدود کتاب‌های موجود چاپ شده در زمینه طراحی کف ستون و میل مهار بر اساس ضوابط جدید مباحث ۹ و ۱۰ مقررات ملی ساختمان و ضوابط جدید آئین‌نامه‌های طراحی ساختمان‌های بتنی و فولادی آمریکا، نویسندگان مجموعه حاضر را بر آن داشت تا کتابی متمایز با ویژگی‌های زیر و با تغییرات وسیع نسبت به کتاب مرجع طراحی شماره یک AISC به مهندسين این مرز و بوم ارائه کنند:

- تغییر، ترسیم مجدد و افزایش تعداد اشکال جهت تفهیم، ساده‌سازی بیشتر موارد مرتبط با موضوع کتاب و مثال‌های طراحی در کتاب حاضر.
- ادغام آئین‌نامه‌های طراحی بتن و فولاد آمریکا بر اساس آخرین نسخه ارائه شده (نسخه ۲۰۱۶ مربوط به ساختمان‌های فولادی، نسخه ۲۰۱۹ مربوط به ساختمان‌های بتنی)، مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۲ و پیش‌نویس ۹۹ و مبحث ۹ مقررات ملی ویرایش ۹۹ و اصلاح ضوابط و فرمول‌های کتاب راهنمای طراحی Design Guide Steel AISC-۱.
- حل مجدد کلیه مثال‌های طراحی بر اساس سیستم (S.I) منطبق بر سیستم واحد مباحث ۹ و ۱۰ مقررات ملی ساختمان.
- حل مثال‌های طراحی به صورت مرحله‌ای به همراه توضیحات ضوابط آئین‌نامه‌ای.
- استفاده از پروفیل‌های اشتال ایرانی برای ستون‌ها و نیز استفاده از مشخصات مصالح فولادی موجود در ایران جهت طراحی کف ستون و میل مهار.
- بروز کردن فرمول‌های ارائه شده بر اساس ضوابط مباحث ۹ و ۱۰ مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۹۹) و آئین‌نامه‌های خارجی (۱۶- AISI۳۶۰، ۱۶- AISI۳۴۱ و ۱۹- ACI۳۱۸)
- ارائه همزمان دو روش طراحی LRFD و ASD برای طراحی کف ستون بر اساس سیستم واحد ارائه شده در مباحث مقررات ملی (میلی‌متر، متر، نیوتن و ...).
- ارائه فرمول‌های مبحث ۹ مقررات ملی مربوط به میل مهارهای مدفون در بتن (منطبق بر ضوابط ۱۹- ACI۳۱۸) و حل مسائل مربوط بر اساس این ضوابط (این ضوابط نسبت به کتاب اصلی تغییر زیادی داشته است).

شایان ذکر است ضوابط مباحث مقررات ملی ساختمان علی‌الخصوص مبحث ۹ ویرایش سال ۹۹ (طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی) اقتباس شده از آئین‌نامه‌های معتبر آمریکا در خصوص ساختمان‌های فلزی و بتنی می‌باشد که ضوابط مندرج در این مباحث نیز با ضوابط نسخه‌های جدید آئین‌نامه‌های آمریکا ارائه شده کاملاً منطبق می‌باشد.

مطالب کتاب حاضر در ۶ فصل تنظیم شده و به شرح ذیل ارائه گردیده است:

فصل اول کتاب به معرفی کف ستون و جزئیات مربوط به آن می‌پردازد.

در ابتدای فصل دوم کتاب مصالح مورد استفاده در کف ستون و دسته‌بندی مصالح مربوط به میل مهارها و نیز ضوابط اجرایی مربوط به انواع روش‌های نصب و تراز کردن کف ستون و در نهایت به معرفی انواع خطاهای اجرایی در کف ستون و چیدمان میل مهارها پرداخته می‌شود و روش‌های اصلاح این خطاها نیز ارائه گردیده است.

فصل سوم کتاب به معرفی کلیات طراحی کف ستون برای حالت توزیع تنش یکنواخت در زیر کف ستون بر اساس روش‌های طراحی ضریب بار و مقاومت (LRFD) و تنش مجاز (ASD) که رویکرد آئین‌نامه‌های جدید بر این استوار است، می‌پردازد. در ادامه نیز به ضوابط مربوط به طراحی کف ستون‌ها بر اساس بار محوری تنها، بارهای محوری به همراه لنگرهای کوچک یا بزرگ و نیز طراحی کف ستون و میل مهار برای برش و در نهایت نیز به ارائه ضوابط طراحی زبانه برشی پرداخته شده است.

در فصل چهارم کتاب، انواع حالت‌های طراحی و ضوابط طراحی ارائه شده در فصل سوم به صورت مثال‌های کاربردی و با حل همزمان و مقایسه‌ای دو روش طراحی LRFD و ASD بیان شده است.

فصل پنجم در کتاب اصلی به عنوان پیوست A ذکر شده و به نکات ویژه‌ای در خصوص اتصالات دو مهره‌ای و اتصالات پیش تنیده و سازه‌های ویژه می‌پردازد و مطالبی در خصوص حالت حدی تنش فشاری و خستگی در میل مهار و نیز نحوه پیش تنیده کردن اتصال پیش تنیده ارائه می‌گردد.

در فصل ششم در کتاب اصلی به عنوان پیوست B مشابه فصل سوم به اصول طراحی و ارائه ضوابط طراحی کف ستون‌ها به روش توزیع مثلثی تنش در زیر کف ستون پرداخته شده و در این خصوص نیز مثال‌های مناسبی با دو روش طراحی (LRFD و ASD) و به صورت مقایسه‌ای ارائه شده است.

هرچند طی بازبینی و بازخوانی متعدد سعی شده تا کتاب حاضر از حداقل اشتباهات برخوردار باشد. لیکن باور داریم که هیچ اثری که زاییده فکر انسان است، خالی از اشتباه نیست. لذا از اساتید فن، مهندسين و دانشجویان گرامی تقاضا داریم انتقادات و پیشنهادات خود را از طریق انتشارات به نویسندگان منتقل، تا در چاپ‌های بعدی اصلاح گردد.

نویسندگان در پایان بر خود لازم می‌دانند از زحمات مدیریت محترم انتشارات و همکاران محترمشان نهایت سپاسگزاری را داشته باشد.

مولفین

لطفاً جهت دریافت اصلاحات یا الحاقات احتمالی این کتاب
به سایت انتشارات نوآور (آدرس زیر) مراجعه فرمایید.

Website: Noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و **شرعاً نیز حرام است**، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذنین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲-۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

اتصالات صفحه ستون، ارتباط اصلی بین سازه فولادی و فونداسیون هستند. این اتصالات در ساختمانها برای تحمل بارهای ثقلی استفاده می‌شوند و به عنوان بخشی از سیستم های مقاوم در برابر بار جانبی نیز عمل می‌کنند. علاوه بر این، برای نصب پایه تجهیزات و تکیه‌گاه سازه‌های واقع در محیط باز و همچنین در جاهایی که سازه ممکن است تحت تأثیر ارتعاش و خستگی ناشی از بارهای باد قرار بگیرند، استفاده می‌شوند.

صفحه ستونها و میل مهارها، اغلب آخرین آیتم فولادی در سازه هستند که طراحی می‌گردند و البته جزو اولین موارد مورد نیاز در محل کارگاه نیز محسوب می‌شوند. با توجه به برنامه‌های زمانبندی طولانی مدت همراه با مشکلاتی که می‌تواند در ارتباط با سازه فولادی و بتن مسلح ایجاد شوند، ضروری است که جزئیات طراحی نه تنها به عنوان الزامات سازه در نظر گرفته شود، بلکه باید شامل مسائل مربوط به قابلیت ساخت و اجرا، به ویژه روش‌های نصب میل مهار و رواداری‌ها لازم باشد. البته نمی‌توان اهمیت قرارگیری دقیق میل مهارها را نادیده گرفت، چرا که این خود یکی از اجزای اصلی است که باید به صورت مطمئن و با استفاده از شلنگ تراز ساختمانی انجام گردد.

موارد ارائه شده در این کتاب طراحی، به منظور ارائه راهنمایی‌هایی برای مهندسی و سازندگان جهت طراحی، ارائه جزئیات و تعیین اتصالات ستون به صفحه ستون و میل مهار، به شیوه‌ای ارائه شده تا از مشکلات متداول مربوط به ساخت و نصب آنها جلوگیری کند. این راهنما براساس ضوابط (AISC360-16)^۱ و مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان برای سازه‌های فلزی تدوین شده است و شامل راهنمایی جهت طراحی کف ستون بر اساس روش‌های طراحی ضریب بار و مقاومت (LRFD)^۲ و تنش مجاز (ASD)^۳ می‌باشد.

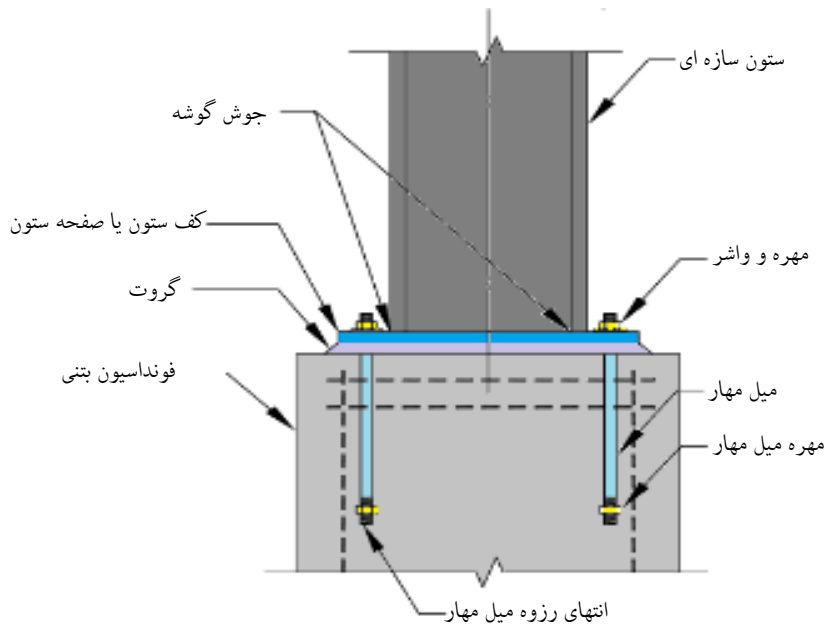
1 American Institute of Steel Construction

2 Load and Resistance Factor Design

3 Allowable Stress Design

این راهنما از قالب مربوط به ضوابط AISC360-16 و مبحث ۱۰ مقررات ملی (ویرایش های ۹۲ و ۹۹) پیروی می کند، پارامترهای مقاومت برای طراحی سیستم فونداسیون را به گونه ای در نظر می گیرد که بتوان از روش طراحی ضریب بار و مقاومت و هم روش طراحی مقاومت مجاز به راحتی استفاده نمود. به طور کلی می توان کف ستونها و بخش هایی از میل مهارها را با استفاده از رویکرد کلی و بر اساس ترکیبات بار LRFD یا ASD طراحی نمود. ناحیه مهار را در بتن و علی الخصوص مهارهای تعبیه شده در بتن را به راحتی نمی توان با روش ASD طراحی نمود. به همین دلیل است که استفاده متداول از فصول آیین نامه ACI318-19 و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه) منحصراً مبتنی بر روش مقاومت LRFD است و برای طراحی چنین مواردی در نظر گرفته شده است. سایر عناصر فولادی در سیستم فونداسیون، از جمله صفحه ستون و اندازه قطرهای مربوط به میل مهارها با استفاده از روش های LRFD یا ASD ارزیابی می گردند. در مواردی که میل مهارها تحت کشش و برش قرار نمی گیرند، افزایش طول مهار را در بتن ممکن است تاثیر نسبتاً ناچیزی در آن داشته باشد.

رویکرد عمومی این راهنما در خصوص توسعه پارامترهای طراحی فونداسیون به کاربر این اجازه را می دهد تا بتواند بارها را براساس یکی از روش LRFD یا ASD در نظر بگیرد. استخراج پارامترهای طراحی فونداسیون، همانطور که در اینجا ارائه شده است، بر اساس سیستم بار مناسب بدست آمده از آنالیز که در ضریب مقاومت، ϕ ضرب می شوند و یا به ضریب ایمنی Ω تقسیم می شوند انجام می گیرد. این رویکرد استفاده شده در ضوابط AISC360-16 و مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان آمده است. البته بسیاری از معادلات نشان داده شده در اینجا مستقل از رویکرد بار هستند. بنابراین در هر دو روش طراحی قابل استفاده هستند و هر یک نیز به صورت مجزا نشان داده می شوند. سایر معادلات استخراج شده بر اساس رویکرد بار ویژه بنا شده اند و در قالب معادلات مقایسه ای برای کاربرد در روش های LRFD یا ASD در یک قالب و در کنار هم ارائه می شوند. در شکل ۱-۱ اجزا مشترک در یک کف ستون نشان داده شده است.



شکل ۱-۱: اجزا اتصال کف ستون

انتخاب مصالح و جزئیات مناسب در طراحی صفحه ستونها، می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر هزینه‌ی مربوط به ساخت و نصب سازه‌های فلزی داشته باشد، به گونه‌ای که تحت بارهای وارده دارای عملکرد مناسبی باشند. همه جوانب مربوط به هر یک از این موضوعات به طور خلاصه در بخش بعدی در مورد آن بحث شده است. طراحی اتصال ستون به کف ستون فقط برای برآورده کردن نیازهای مقاومتی مهم نیست، بلکه مهم این است که شناخت درستی از تاثیر این اتصالات بر رفتار سازه داشته باشیم. فرضیات متداولی در تحلیل سازه برای اعمال شرایط مرزی در اتصالات در نظر گرفته می‌شود. مدل‌های متشکل از عناصر تیر یا خرپا به طور معمول، اتصال صفحه ستون را به صورت یک حالت مرزی مانند مفصلی یا گیردار ایده آل سازی می‌کنند. تعریف نادرست می‌تواند منجر به خطا در محاسبه جابجایی نسبی سازه شود. در صورتی که سختی بیش از حد تخمین زده شود، منجر به ایجاد لنگرهای ثانویه (مرتبه دوم) ناشناخته می‌شود و یا در صورت دست کم گرفتن سختی، سازه ستون در طبقه اول بیش از حد قوی می‌شود. در صورت تمایل به آنالیز دقیق‌تر، ممکن است لازم باشد که سختی اتصال صفحه ستون در محدوده بین الاستیک و پلاستیک در نظر گرفته شود و حتی ممکن است برای بارگذاری لرزه ای، روابط چرخه‌ی نیرو-تغییر شکل (منحنی هیستریزیس) در نظر گرفته شود. نیروها و تغییر شکل‌های حاصل از تحلیل‌های سازه‌ای مورد استفاده برای طراحی اتصال ستون به کف ستون، بستگی به انتخاب نوع جزئیات اتصال ستون به صفحه ستون دارد.

فصل دوم

مصالح، ساخت، نصب و تعمیرات

۱-۲ مشخصات مصالح

در ضوابط AISC^۱ تعدادی از مصالح مربوط به صفحات و میل مهارهای رزوه شده که برای استفاده در طراحی کف ستون و میل مهارها مناسب هستند، ذکر شده است. مصالح ارائه شده در جداول ۱-۲ و ۲-۲ بر اساس هزینه و در دسترس بودن آن در طراحی ساختمان‌های معمولی توصیه می‌شود.

جدول ۱-۲: مشخصات مصالح مربوط به ورق کف ستون

نوع ورق موجود در بازار	ضخامت ورق (mm)
*ASTM A36 ASTM A572 Gr 42 or 50 ASTM A588 Gr 42 or 50	$t_p \leq 100\text{mm}$
*ASTM A36 ASTM A572 Gr 42 ASTM A588 Gr 42	$100\text{mm} \leq t_p \leq 150\text{mm}$
*ASTM A36	$t_p \geq 150\text{mm}$
*مشخصات مربوط به اینگونه مصالح ترجیح داده می‌شود.	

۲-۲ انتخاب مصالح مربوط به صفحه ستون

صفحات ستون باید با استفاده از مصالح ASTM A36^۲ یا فولاد رده S240 طراحی شوند، مگر اینکه مشخصات و قابلیت در دسترس بودن نوع دیگری از مصالح تأیید شود. از آنجا که ورق نوع ASTM A36 به راحتی در دسترس است، این صفحات را می‌توان اغلب از مصالح موجود نیز برش داد. به ندرت دلیلی برای استفاده از مصالح با مقاومت بالا وجود دارد، چرا که با افزایش ضخامت می‌توان مقاومت بالایی را در صورت لزوم تأمین نمود. صفحات با ضخامت ۳ میلیمتر تا ۶ میلیمتر و بالاتر از ۶ میلیمتر در دسترس هستند. مشخصات و اندازه‌های صفحه ستون باید

1 merican. Institute Of Steel Construction

2 merican. Society For testing And Materials

هنگام طراحی استاندارد اختیار شوند تا خرید و برش مصالح تسهیل شود.

جدول ۲-۲: مشخصات مصالح مربوط به میل مهار (بولت)

حداکثر قطر (mm)	تنش برشی اسمی ^(۱,۲) نوع N $F_{nv} = 0.4F_u$ (Mpa)	تنش برشی اسمی ^(۱,۲) نوع X $F_{nv} = 0.5F_u$ (Mpa)	تنش کششی اسمی ^(۱) $F_{nt} = 0.75F_u$ (Mpa)	تنش کششی نهایی F_u (Mpa)	نوع مصالح بر اساس ASTM
۱۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	Gr36 ^(۳)
۱۰۰	۲۰۶/۸۰	۲۵۸/۵۰	۳۸۷/۷۵	۵۱۷	GR 55
۸۰	۳۷۲	۴۶۵	۶۹۷/۵۰	۹۳۰	GR 105
۲۵	۳۳۰/۸۰	۴۱۳/۵۰	۶۲۰/۲۵	۸۲۷	A 449
۳۸	۲۸۹/۲۰	۳۶۱/۵۰	۵۴۲/۲۵	۷۲۳	A 449
۸۰	۲۴۸	۳۱۰	۴۶۵	۶۲۰	A 449
۱۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	A 36-S240
۱۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	A 307
۶۴	۴۱۳,۶	۵۱۷	۷۷۵/۵۰	۱۰۳۴	A 357 BD Gr
۱۰۰	۳۸۶	۴۸۲/۵۰	۷۲۳/۷۵	۹۶۵	A 357 BD Gr

۱- تنش اسمی برای حالتی که قطعه دندان شده و سطح برش از قسمت دندان شده نمی‌گذرد (قطر قسمت دندان شده ملاک است)
 ۲- سطح برش خارج از قسمت دندان شده می‌گذرد.
 ۳- سطح برش در داخل قسمت دندان شده می‌گذرد.
 ۴- مشخصات مربوط به اینگونه مصالح ترجیح داده می‌شود.

هنگام طراحی اتصالات کف ستون توجه به این نکته ضروری است که مصالح معمولاً ارزان‌تر از نیروی کار هستند و در بعضی موارد استفاده از صفحات با ضخامت بیشتر بجای صفحات با ضخامت کمتر همراه با سخت کننده‌ها یا سایر تقویت کننده‌های دیگر جهت دستیابی به همان مقاومت از لحاظ اقتصادی به صرفه‌تر می‌باشند. در اینجا ممکن است یک استثنا برای این حالت پیش بیاید و آن زمانی است که کف ستون از نوع ممان گیر است و تحت لنگرهای بزرگی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، در طراحی سازه جرثقیل، استفاده از پدستال یا نشیمن برای کف ستون ممکن است مقرون به صرفه‌تر باشد. در این صورت نیاز به استفاده از جوشهای شیار با نفوذ کامل (CJP) در صفحات سنگین که نیاز به مشخصات و مصالح ویژه‌ای دارند حذف می‌گردد.

بیشتر صفحات کف ستون به صورت مربعی طراحی می‌شوند، به گونه‌ای که با شکل