



تحلیل و طراحی سوله به روش LRFD در SAP



مؤلف:

مهندس فرشاد نجومی



سرشناسه: نجومی، فرشاد، ۱۳۴۲ -
 عنوان و نام پدیدآور: تحلیل و طراحی سوله به روش LRFD در SAP/مولف فرشاد نجومی.
 مشخصات نشر: تهران : نوآور، ۱۳۹۵.
 مشخصات ظاهری: ۳۶۰ ص.
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۲۲-۰
 وضعیت فهرست نویسی: فیفا
 یادداشت: کتابنامه.
 موضوع: ساختمان‌های صنعتی -- طرح و ساختمان -- برنامه‌های کامپیوتری
 Industrial buildings -- Design and construction -- Computer programs
 موضوع: طراحی سازه -- نرم‌افزار
 Structural design -- Software
 موضوع: سوله
 موضوع: Mill bent*
 رده بندی کنگره: TH۴۵۱۱/ن۳ت۳۲ ۱۳۹۵
 رده بندی دیویی: ۵۴/۶۹۰
 شماره کتابشناسی ملی: ۴۲۲۸۷۲۶

تحلیل و طراحی سوله به روش LRFD در SAP



نشر نوآور

مؤلف: مهندس فرشاد نجومی
 ویراستار: مهندس فرهود نجومی
 ناشر: نوآور
 شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
 مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
 نوبت چاپ:
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۲۲-۰

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
 ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،
 طبقه دوم، واحد ۶ 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 منحصرأ
 متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا
 قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن،
 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 بوده و شرعاً حرام
 است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

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 مبرماً از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه 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 ویرایش‌شده 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 اصلاح‌شده 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.



تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

فهرست مطالب

مقدمه.....	۱۵
۱- طراحی بر اساس حالت‌های حدی LRFD.....	۱۵
۲- طراحی حالت حدی.....	۱۵
۳- حالت حد مقاومت.....	۱۵
۴- حالت حدی بهره‌برداری.....	۱۶
۵- طراحی اعضای خمشی (تیرها به روش حالت حدی) LRFD.....	۱۶
۶- ناحیه یک حالت حدی تسلیم.....	۱۷
۷- ناحیه دو حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی.....	۱۷
۸- ناحیه سوم کمانش خطی.....	۱۸
۹- طراحی نگهدارنده دیوار Wall Post به روش LRFD.....	۱۸
۱۰- بررسی نتایج دستی با نتایج نرم‌افزار.....	۲۲

فصل اول / پروژه تحلیل و طراحی سوله به دهانه ۱۶ متر و به طول ۶×۶ متر و ارتفاع ۸/۲ متر با نرم‌افزار Sap ۲۰۰۰ به روش LRFD.....	۲۳
۱-۱ اعضای اصلی تشکیل دهنده سوله.....	۲۴
۲-۱ انتخاب واحدها.....	۲۵
۱-۲-۱ معرفی هندسه سازه.....	۲۵
۳-۱ ترسیم خطوط کمکی.....	۲۵
۴-۱ تعریف خواص فولاد (Material Property Data).....	۲۶
۵-۱ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل.....	۲۷
۶-۱ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic).....	۳۰
۷-۱ ترسیم ستون‌ها.....	۳۱
۸-۱ ترسیم تیرها.....	۳۲
ترسیم تیر مهار جانبی (Strut):.....	۳۳
۹-۱ ترسیم مهاربند.....	۳۴
۱۰-۱ گره‌های تکیه‌گاهی.....	۳۶
۱۱-۱ بارگذاری برف.....	۳۶
۱-۱۱-۱ Cs ضریب اثر شیب.....	۳۶

- ۳۶ ۲-۱۱-۱ I_s ضریب اهمیت
- ۳۷ ۳-۱۱-۱ C_e ضریب برف‌گیری
- ۳۷ ۴-۱۱-۱ C_t ضریب شرایط دمایی
- ۳۸ ۱۲- بارگذاری نامتوازن برف برای بام‌های با شیب دو یا چند طرفه
- ۴۰ ۱۳- بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل‌های اجرایی
- ۴۱ ۱۴- بارگذاری اثر باد
- ۴۲ ۱-۱۴-۱ الف- روش تحلیل استاتیکی
- ۴۲ ۲-۱۴-۱ ب- روش تحلیل دینامیکی
- ۴۲ ۳-۱۴-۱ پ- روش تجربی استفاده از تونل باد
- ۴۲ ۴-۱۴-۱ ارتفاع مبنا
- ۴۳ ۵-۱۴-۱ اثر نیروی باد بر ساختمان
- ۴۳ ۶-۱۴-۱ I_w ضریب اهمیت ساختمان برای بار باد
- ۴۳ ۷-۱۴-۱ C_e ضریب بادگیری
- ۴۴ ۸-۱۴-۱ ضریب اثر جهشی باد
- ۴۴ ۹-۱۴-۱ C_p ضریب فشار خارجی
- ۴۴ ۱۰-۱۴-۱ ضریب ترکیب بیشینه فشار - جهشی باد خارجی $C_p C_g$
- ۴۶ ۱۱-۱۴-۱ سرعت مبنای باد
- ۴۶ ۱۲-۱۴-۱ فشار مبنای باد
- ۵۳ ۱۵- بارگذاری استاتیکی زلزله
- ۵۴ ۱-۱۵-۱ شتاب مبنای طرح A
- ۵۴ ۲-۱۵-۱ ضریب بازتاب ساختمان B
- ۵۵ ۳-۱۵-۱ ضریب اصلاح طیف N
- ۵۵ ۴-۱۵-۱ ضریب اهمیت ساختمان I
- ۵۶ ۵-۱۵-۱ ضریب رفتار و شکل‌پذیری سازه R_{II}
- ۵۶ ۶-۱۵-۱ تنظیمات بارگذاری
- ۵۹ ۱۶- معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations)
- ۶۰ ۱-۱۶-۱ ترکیب بارهای در حالت حدی در طراحی ساختمان‌های فولادی
- ۶۰ ۲-۱۶-۱ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز
- ۶۱ ۱۷- تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source)
- ۶۲ ۱۸- نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets)
- ۶۲ ۱۹- معرفی تحلیل سازه

- ۶۴..... ۲۰-۱ انجام طراحی
- ۶۵..... ۲۱-۱ روش محاسبه ضریب کمانش
- ۷۲..... ۲۲-۱ معرفی ضریب K
- ۷۲..... ۲۳-۱ معرفی نسبت طول مهار نشده جهت محور ضعیف تیرها
- ۷۳..... ۲۴-۱ نسبت دادن ترکیب بار طراحی
- ۷۶..... ۲۵-۱ کنترل تغییر مکان جانبی
- ۷۶..... ۲۶-۱ بررسی نتایج خروجی نیروی باد و زلزله در کنترل واژگونی
- ۷۸..... ۲۷-۱ طراحی لایه (پرلین‌ها) با نیمرخ Z
- ۷۹..... لنگر خمشی در جهت Y
- ۸۰..... لنگر خمشی در جهت X
- ۸۰..... ۲۸-۱ طراحی ورق کفستون
- ۸۱..... ۲۹-۱ طراحی جراثقال
- ۸۲..... ۳۰-۱ محاسبه تیر زیرسری
- ۸۳..... ۳۱-۱ طراحی پی
- ۸۳..... ۱-۳۱-۱ قدم اول - تعیین ابعاد پی
- ۸۴..... ۲-۳۱-۱ قدم دوم - کنترل ضخامت پی (برش منگنه‌ای)
- ۸۴..... ۳-۳۱-۱ قدم سوم - تعیین میزان آرماتور مورد نیاز
- ۸۶..... ۳۲-۱ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه SAP به SAFE
- ۸۸..... ۱-۳۲-۱ ترسیم هندسه پی
- ۸۹..... ۲-۳۲-۱ معرفی مشخصات فولاد
- ۹۰..... ۳-۳۲-۱ معرفی مشخصات بتن پی
- ۹۱..... ۴-۳۲-۱ معرفی خاک زیر پی
- ۹۲..... ۵-۳۲-۱ نسبت دادن مشخصات Slab ۵۰ به پی
- ۹۲..... ۶-۳۲-۱ نسبت دادن مشخصات خاک به پی
- ۹۲..... ۷-۳۲-۱ معرفی سطح انتقال بار از بیس‌پلیت به پی
- ۹۳..... ۸-۳۲-۱ معرفی ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر پی
- ۹۵..... ۹-۳۲-۱ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها
- ۹۵..... ۱۰-۳۲-۱ آنالیز و کنترل ابعاد پی
- ۹۶..... ۱۱-۳۲-۱ کنترل تنش‌های خاک زیر پی
- ۹۷..... ۱۲-۳۲-۱ طراحی میلگردها
- ۹۸..... ۱۳-۳۲-۱ کنترل برش منگنه‌ای

۳۳-۱ نقشه‌های اجرایی ۹۹

فصل دوم / پروژه تحلیل و طراحی سوله به دهانه ۲۰/۰ متر و به طول ۶×۸ متر و ارتفاع ۹/۰ متر با نرم‌افزار Sap ۲۰۰۰ به روش LRFD..... ۱۱۲

۱-۲ انتخاب واحدها ۱۱۳

۲-۲ معرفی هندسه سازه ۱۱۳

۳-۲ ترسیم خطوط کمکی ۱۱۴

۴-۲ تعریف خواص فولاد (Material Property Data) ۱۱۴

۵-۲ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل ۱۱۵

۶-۲ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic) ۱۱۸

۷-۲ ترسیم ستون‌ها ۱۱۹

۸-۲ ترسیم تیرها ۱۲۰

۱-۸-۲ ترسیم تیر مهار جانبی (Strut) ۱۲۱

۹-۲ ترسیم مهاربند ۱۲۲

۱۰-۲ گره‌های تکیه‌گاهی ۱۲۳

۱۱-۲ بارگذاری برف ۱۲۳

۱-۱۱-۲ Cs ضریب اثر شیب ۱۲۳

۲-۱۱-۲ Is ضریب اهمیت ۱۲۳

۳-۱۱-۲ Ce ضریب برف‌گیری ۱۲۴

۴-۱۱-۲ Ct ضریب شرایط دمایی ۱۲۴

۱۲-۲ بارگذاری نامتوازن برف برای بام‌های با شیب دو یا چند طرفه ۱۲۵

۱۳-۲ بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل‌های اجرایی ۱۲۷

۱۴-۲ اثر نیروی باد بر ساختمان ۱۲۸

۱-۱۴-۲ ارتفاع مینا ۱۲۸

۲-۱۴-۲ Iw ضریب اهمیت ساختمان برای بار باد ۱۲۸

۳-۱۴-۲ Ce ضریب بادگیری ۱۲۸

۴-۱۴-۲ ضریب ترکیب بیشینه فشار - جهشی باد خارجی Cp Cg ۱۲۹

۵-۱۴-۲ سرعت مبنای باد ۱۳۱

۶-۱۴-۲ فشار مبنای باد ۱۳۱

۱۵-۲ بارگذاری استاتیکی زلزله ۱۳۹

۱-۱۵-۲ شتاب مبنای طرح A ۱۴۰

- ۱۴۰ ۲-۱۵-۲ ضریب بازتاب ساختمان B
- ۱۴۰ ۳-۱۵-۲ ضریب اصلاح طیف N
- ۱۴۱ ۴-۱۵-۲ ضریب اهمیت ساختمان I
- ۱۴۱ ۵-۱۵-۲ ضریب رفتار و شکل پذیری سازه R_u
- ۱۴۴ ۱۶-۲ معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations)
- ۱۴۵ ۱-۱۶-۲ ترکیب بارهای در حالت حدی در طراحی ساختمان‌های فولادی
- ۱۴۵ ۲-۱۶-۲ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز
- ۱۴۶ ۱۷-۲ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source)
- ۱۴۶ ۱۸-۴۲ نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets)
- ۱۴۷ ۱۹-۲ معرفی تحلیل سازه
- ۱۴۹ ۲۰-۲ انجام طراحی
- ۱۵۰ ۲۱-۲ روش محاسبه ضریب کمانش
- ۱۵۵ ۲۲-۲ معرفی ضریب K
- ۱۵۵ ۲۳-۲ معرفی نسبت طول مهار نشده جهت محور ضعیف تیرها
- ۱۵۶ ۲۴-۲ نسبت دادن ترکیب بار طراحی
- ۱۵۹ ۲۵-۲ بررسی نتایج خروجی نیروی جانبی باد و زلزله در کنترل واژگونی
- ۱۶۰ ۲۶-۲ کنترل تغییر مکان جانبی
- ۱۶۱ ۲۷-۲ طراحی نگهدارنده دیوار Wall Post به روش LRFD
- ۱۶۴ ۱-۲۷-۲ بررسی دستی با نتایج نرم افزار
- ۱۶۵ ۲۸-۲ طراحی ورق کف ستون
- ۱۶۶ ۲۹-۲ طراحی پی
- ۱۶۶ ۱-۲۹-۲ قدم اول - تعیین ابعاد پی
- ۱۶۷ ۲-۲۹-۲ قدم دوم - کنترل ضخامت پی (برش منگنه‌ای)
- ۱۶۷ ۳-۲۹-۲ قدم سوم - تعیین میزان آرماتور مورد نیاز
- ۱۶۸ ۳۰-۲ طراحی اتصال تیر به ستون
- ۱۶۸ ۳۱-۲ نسبت دادن ضریب طول مؤثر مهاربندهای ضربدری
- ۱۶۹ ۳۲-۲ طراحی لایه (پرلین‌ها) با نیمرخ ناودانی
- ۱۷۱ ۳۳-۲ طراحی جراثقال با نرم افزار
- ۱۷۱ ۱-۳۳-۲ طراحی پل جراثقال
- ۱۷۲ ۳۴-۲ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه SAP به SAFE
- ۱۷۴ ۱-۳۴-۲ ترسیم هندسه پی

۱۷۵	.....	۲-۳۴-۲ معرفی مشخصات فولاد
۱۷۶	.....	۳-۳۴-۲ معرفی مشخصات بتن پی
۱۷۷	.....	۴-۳۴-۲ معرفی خاک زیر پی
۱۷۸	.....	۵-۳۴-۲ نسبت دادن مشخصات ۶۰ Slab به پی
۱۷۸	.....	۶-۳۴-۲ نسبت دادن مشخصات خاک به پی
۱۷۸	.....	۷-۳۴-۲ معرفی سطح انتقال بار از بیس پلیت به پی
۱۷۹	.....	۸-۳۴-۲ معرفی ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر پی
۱۸۰	.....	۹-۳۴-۲ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها
۱۸۱	.....	۱۰-۳۴-۲ آنالیز و کنترل ابعاد پی
۱۸۲	.....	۱۱-۳۴-۲ کنترل تنش‌های خاک زیر پی
۱۸۲	.....	۱۲-۳۴-۲ طراحی میلگردها
۱۸۳	.....	۱۳-۳۴-۲ کنترل برش منگنه‌ای
۱۸۴	.....	۳۵-۲ نقشه‌های اجرایی

فصل سوم / پروژه تحلیل و طراحی سوله دو دهانه ۱۴×۲ متر و به طول ۳×۶ متر و ارتفاع ۸،۴۰ متر با نرم‌افزار SAP۲۰۰۰ به روش LRFD..... ۱۹۴

۱۹۵	.....	۱-۳ انتخاب واحدها
۱۹۵	.....	۲-۳ معرفی هندسه سازه
۱۹۵	.....	۳-۳ ترسیم خطوط کمکی
۱۹۶	.....	۴-۳ تعریف خواص فولاد (Material Property Data)
۱۹۷	.....	۵-۳ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل
۲۰۰	.....	۶-۳ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic)
۲۰۱	.....	۷-۳ ترسیم ستون‌ها
۲۰۲	.....	۸-۳ ترسیم تیرها
۲۰۴	.....	۹-۳ ترسیم مهاربند
۲۰۶	.....	۱۰-۳ گره‌های تکیه‌گاهی
۲۰۶	.....	۱۱-۳ بارگذاری برف
۲۰۶	.....	۱-۱۱-۳ Cs ضریب اثر شیب
۲۰۶	.....	۲-۱۱-۳ Is ضریب اهمیت
۲۰۷	.....	۳-۱۱-۳ Ce ضریب برف‌گیری
۲۰۷	.....	۴-۱۱-۳ Ct ضریب شرایط دمایی

- ۲۰۸..... بارگذاری نامتوازن برف برای بام‌های دندانه‌دار..... ۱۲-۳
- ۲۰۹..... بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل‌های اجرایی..... ۱۳-۳
- ۲۱۰..... اثر نیروی باد بر ساختمان..... ۱۴-۳
- ۲۱۱..... ارتفاع مبنا..... ۱-۱۴-۳
- ۲۱۱..... ضریب اهمیت ساختمان برای بار باد I_w ۲-۱۴-۳
- ۲۱۱..... ضریب بادگیری..... ۳-۱۴-۳
- ۲۱۱..... ضریب ترکیب بیشینه فشار - جهشی باد خارجی $C_p C_g$ ۴-۱۴-۳
- ۲۱۳..... فشار مبنای باد..... ۵-۱۴-۳
- ۲۲۰..... بارگذاری استاتیکی زلزله..... ۱۵-۳
- ۲۲۰..... شتاب مبنای طرح A..... ۱-۱۵-۳
- ۲۲۰..... ضریب بازتاب ساختمان B..... ۲-۱۵-۳
- ۲۲۱..... ضریب اصلاح طیف N..... ۳-۱۵-۳
- ۲۲۱..... ضریب اهمیت ساختمان I..... ۴-۱۵-۳
- ۲۲۱..... ضریب رفتار و شکل‌پذیری سازه R_u ۵-۱۵-۳
- ۲۲۵..... معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations)..... ۱۶-۳
- ۲۲۵..... ترکیب بارهای در حالت حدی در طراحی ساختمان‌های فولادی..... ۱-۱۶-۳
- ۲۲۶..... ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز..... ۲-۱۶-۳
- ۲۲۷..... تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source)..... ۱۷-۳
- ۲۲۷..... نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets)..... ۱۸-۳
- ۲۲۸..... معرفی تحلیل سازه..... ۱۹-۳
- ۲۳۰..... انجام طراحی..... ۲۰-۳
- ۲۳۱..... روش محاسبه ضریب کمانش..... ۲۱-۳
- ۲۳۶..... معرفی ضریب K..... ۲۲-۳
- ۲۳۶..... معرفی نسبت طول مهار نشده جهت محور ضعیف تیرها..... ۲۳-۳
- ۲۳۷..... نسبت دادن ترکیب‌بار طراحی..... ۲۴-۳
- ۲۳۹..... بررسی نتایج خروجی نیروی جانبی باد و زلزله در کنترل واژگونی..... ۲۵-۳
- ۲۴۰..... کنترل تغییر مکان جانبی..... ۲۶-۳
- ۲۴۱..... طراحی نگهدارنده دیوار Wall Post به روش LRFD..... ۲۷-۳
- ۲۴۴..... بررسی نتایج دستی با نتایج نرم‌افزار..... ۱-۲۷-۳
- ۲۴۵..... طراحی لایه (پرلین‌ها) با نیمرخ Z..... ۲۸-۳
- ۲۴۶..... لنگر خمشی در جهت X..... ۲۹-۳

- ۲۴۷ ۲۹-۳ طراحی ورق کفستون
- ۲۴۸ ۳۰-۳ طراحی پی
- ۲۴۸ ۳۰-۳-۱ قدم اول - تعیین ابعاد پی
- ۲۴۹ ۳۰-۳-۲ قدم دوم - کنترل ضخامت پی (برش منگنه‌ای)
- ۲۴۹ ۳۰-۳-۳ قدم سوم - تعیین میزان آرماتور مورد نیاز
- ۲۴۹ ۳۱-۳ طراحی اتصال تیر به ستون
- ۲۵۰ ۳۲-۳ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه SAP به SAFE
- ۲۵۱ ۳۲-۳-۱ ترسیم هندسه پی
- ۲۵۲ ۳۲-۳-۲ معرفی مشخصات فولاد
- ۲۵۴ ۳۲-۳-۳ معرفی مشخصات بتن پی
- ۲۵۵ ۳۲-۳-۴ معرفی خاک زیر پی
- ۲۵۶ ۳۲-۳-۵ نسبت دادن مشخصات ۵۰ Slab به پی
- ۲۵۶ ۳۲-۳-۶ نسبت دادن مشخصات خاک به پی
- ۲۵۷ ۳۲-۳-۷ معرفی سطح انتقال بار از بیس‌پلیت به پی
- ۲۵۷ ۳۲-۳-۸ معرفی ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر پی
- ۲۵۹ ۳۲-۳-۹ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها
- ۲۶۰ ۳۲-۳-۱۰ آنالیز و کنترل ابعاد پی
- ۲۶۱ ۳۲-۳-۱۱ کنترل تنش‌های خاک زیر پی
- ۲۶۱ ۳۲-۳-۱۲ طراحی میلگردها
- ۲۶۲ ۳۲-۳-۱۳ کنترل برش منگنه‌ای
- ۲۶۳ ۳۳-۳ نقشه‌های اجرایی

فصل چهارم / پروژه تحلیل و طراحی سوله به دهانه ۴۵ متر و به طول ۶×۱۰

- ۲۷۳ ۲۰۰۰ SAP به روش LRFD
- ۲۷۴ ۴-۱ انتخاب واحدها
- ۲۷۴ ۴-۲ معرفی هندسه سازه
- ۲۷۵ ۴-۳ ترسیم خطوط کمکی
- ۲۷۵ ۴-۴ تعریف خواص فولاد (Material Property Data)
- ۲۷۶ ۴-۵ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل
- ۲۷۹ ۴-۶ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic)
- ۲۸۱ ۴-۷ ترسیم ستون‌ها

۲۸۲	۸-۴ ترسیم تیرها.....
۲۸۳	ترسیم تیر مهار جانبی (Strut).....
۲۸۴	۹-۴ ترسیم مهاربند.....
۲۸۵	۱-۹-۴ گره‌های تکیه‌گاهی.....
۲۸۵	۱۰-۴ بارگذاری برف.....
۲۸۶	۱-۱۰-۴ Cs ضریب اثر شیب.....
۲۸۶	۲-۱۰-۴ Is ضریب اهمیت.....
۲۸۶	۳-۱۰-۴ Ce ضریب برف‌گیری.....
۲۸۶	۴-۱۰-۴ Ct ضریب شرایط دمایی.....
۲۸۷	۵-۱۰-۴ بارگذاری نامتوازن برف برای بام‌های با شیب دو یا چند طرفه.....
۲۸۹	۱۱-۴ بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل‌های اجرایی.....
۲۹۰	۱۲-۴ اثر نیروی باد بر ساختمان.....
۲۹۰	۱۳-۴ ارتفاع مبنا.....
۲۹۱	۱-۱۴-۴ I _w ضریب اهمیت ساختمان برای بار باد.....
۲۹۱	۲-۱۴-۴ Ce ضریب بادگیری.....
۲۹۱	۳-۱۴-۴ ضریب ترکیب بیشینه فشار - جهشی باد خارجی Cp Cg.....
۲۹۳	۴-۱۴-۴ سرعت مبنای باد.....
۲۹۳	۵-۱۴-۴ فشار مبنای باد.....
۲۹۹	۱۵-۴ بارگذاری استاتیکی زلزله.....
۳۰۰	۱-۱۵-۴ ضریب رفتار سازه ۱-۱۵-۱ شتاب مبنای طرح A.....
۳۰۰	۲-۱۵-۴ ضریب بازتاب ساختمان B.....
۳۰۱	۳-۱۵-۴ ضریب اصلاح طیف N.....
۳۰۱	۴-۱۵-۴ ضریب اهمیت ساختمان I.....
۳۰۱	۵-۱۵-۴ ضریب رفتار و شکل‌پذیری سازه R _u
۳۰۴	۱۶-۴ معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations).....
۳۰۵	۱-۱۶-۴ ترکیب بارهای در حالت حدی در طراحی ساختمان‌های فولادی.....
۳۰۵	۲-۱۶-۴ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز.....
۳۰۶	۱۷-۴ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source).....
۳۰۷	۱۸-۴ نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets).....
۳۰۷	۱۹-۴ تحلیل سازه.....
۳۰۹	۲۰-۴ انجام طراحی.....

- ۳۱۰-۴ روش محاسبه ضریب کمانش
- ۳۱۵-۴ معرفی ضریب K
- ۳۱۵-۴ معرفی نسبت طول مهار نشده جهت محور ضعیف تیرها
- ۳۱۶-۴ نسبت دادن ترکیب بار طراحی
- ۳۱۸-۴ بررسی نتایج خروجی نیروی جانبی باد و زلزله در کنترل واژگونی
- ۳۲۰-۴ طراحی نگهدارنده دیوار Wall Post به روش LRFD
- ۳۲۳-۴ بررسی نتایج دستی با نتایج نرم افزار
- ۳۲۴-۴ کنترل تغییر مکان جانبی
- ۳۲۵-۴ طراحی لایه (پرلین ها) با نیمرخ Z
- ۳۲۷-۴ طراحی ورق کفستون
- ۳۲۸-۴ طراحی پی
- ۳۲۸-۴ قدم اول - تعیین ابعاد پی
- ۳۲۹-۴ قدم دوم - کنترل ضخامت پی (برش منگنه‌ای)
- ۳۲۹-۴ قدم سوم - تعیین میزان آرماتور مورد نیاز
- ۳۳۰-۴ طراحی اتصال تیر به ستون
- ۳۳۱-۴ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه SAP به SAFE
- ۳۳۲-۴ ترسیم هندسه پی
- ۳۳۴-۴ معرفی مشخصات فولاد
- ۳۳۵-۴ معرفی مشخصات بتن پی
- ۳۳۷-۴ معرفی خاک زیر پی
- ۳۳۸-۴ نسبت دادن مشخصات Slab ۵۰ به پی
- ۳۳۸-۴ نسبت دادن مشخصات خاک به پی
- ۳۳۹-۴ معرفی سطح انتقال بار از بیس پلیت به پی
- ۳۳۹-۴ معرفی ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر پی
- ۳۴۱-۴ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها
- ۳۴۲-۴ آنالیز و کنترل ابعاد پی
- ۳۴۳-۴ کنترل تنش‌های خاک زیر پی
- ۳۴۴-۴ طراحی میلگردها
- ۳۴۵-۴ کنترل برش منگنه‌ای
- ۳۴۶-۴ نقشه‌های اجرایی

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 مؤرّعین 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 ۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱-۲ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ 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 به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

مقدمه

۱- طراحی بر اساس حالت‌های حدی LRFD

روش طراحی حالت‌های حدی مقاومت، که در این روش با به کارگیری از ضرایب بار و مقاومت طراحی صورت می‌گیرد، و نسبت به روش تنش مجاز که با یک ضریب در کاهش مقاومت استوار است روش جدیدتر می‌باشد، در طراحی یک دسته ضرایب ایمنی بارها منظور می‌گردد و مقدار این ضرایب بسته به نوع بار و شناخت کامل از میزان آن اعمال می‌شود، برای مثال بارهای مرده در ساختمان احتمال کمی برای آن منظور می‌گردد، که با واقعیت مغایرت داشته باشد در حالیکه بار زنده پیش‌بینی شده برای ساختمان می‌تواند از محدوده تغییرات بیشتری برخوردار باشد که به تبع آن از ضریب بار بزرگتری برخوردار می‌گردد این ضرایب بار با توجه به مقررات ملی ساختمان مبحث ششم تعیین می‌گردد. و دسته دوم ضرایب ایمنی از طریق کاهش مقاومت (ϕ) می‌باشد و مقدار آنها با توجه به دقت تئوری مورد استفاده در ضوابط طراحی، تغییرات احتمالی مشخصات مصالح و ابعاد مقطع تعیین می‌گردد.

$$R_u \leq \phi R_n$$

R_u مقاومت مورد نیاز که منظور همان نیروهای موجود در مقطع مورد نظر تحت اثر ترکیبات مختلف بارگذاری است.

ϕ ضریب کاهش مقاومت (به دلیل عدم قطعیت از مقاومت مصالح، ضریب کاهش $\phi \leq 1$ مقاومت موجود).
 R_n مقاومت اسمی عضو.

۲- طراحی حالت حدی

حالت حدی، حالتی است که اگر تمام یا بخشی از سازه به آن برسد قادر به انجام وظایف خود نباشد و از حیز ارتفاع خارج گردد و مطابق مقررات ملی ساختمان مبحث دهم سازه باید به نحوی باشد که تحت شرایط بارگذاری محتمل به هیچ یک از حالت‌های حد مقاومت و حالت حد بهره‌برداری نرسد.

۳- حالت حد مقاومت

حالت حدی مقاومت، حالتی است که مجموعه ساختمان شامل اعضاء و اتصالات سازه تحت اثر ترکیبات مختلف بارگذاری تا رسیدن به آن حالت‌ها مانند (تسلیم، گسیختگی، کمانش و ...) مقاومت کافی و شکل‌پذیری مورد نیاز را دارا باشد و در زمان رسیدن به حالت حدی حفظ نموده به عبارت ساده‌تر چنانچه طراحی اعضاء و اتصالات آن مدنظر باشد.

۴- حالت حدی بهره‌برداری

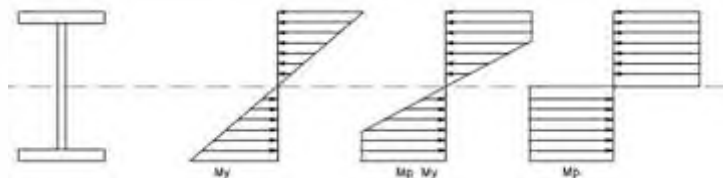
در این حالت که مجموعه سازه، شامل اعضاء و اتصالات آن تا رسیدن به آن حالت (نظیر قابلیت نگهداری، حفظ ظاهر، دوام، آسایش و...) وظایف خود را به طور کامل انجام دهد و پس از رسیدن به هر یک از آنها قادر به انجام وظایف خود نخواهد بود، به عبارتی دیگر چنانچه حالت‌های بهره‌برداری مانند ارتعاش، خیز، دوام، حفظ ظاهر مدنظر باشد طراحی حالت حدبهره‌برداری ملاک عمل می‌باشد.

۵- طراحی اعضای خمشی (تیرها به روش حالت حدی) LRFD

در ویرایش مبحث دهم طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی روش طراحی پلاستیک سازه‌ها مدنظر است و بر خلاف روش تنش مجاز که با یک ضریب کاهش مقاومت طراحی انجام می‌شود، اما در روش طراحی حالت حدی با اعمال ضریب بار و مقاومت طراحی صورت می‌گیرد و از ظرفیت پلاستیک عضو بهره‌مند می‌شود این روش در مقایسه با روش تنش مجاز در شرایطی که بار زنده نسبت به بار مرده کم باشد اقتصادی و هر چه بار زنده (با توجه به کاربری) افزایش یابد، مقاطع محاسبه شده از این دو روش به هم نزدیک می‌گردد، علت آن به لحاظ ضریب ترکیب بار تعیین شده برای این نوع طراحی است، برای مثال:

$$1.2DL + 1.6L + 0.5(Lr + S + R)$$

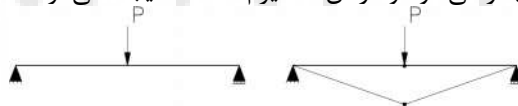
یکی از ترکیبات بارگذاری با ضریب بار مرده ۱/۲ و ضریب بار زنده ۱/۶ طبق مبحث ششم پیشنهاد گردیده که در محاسبات منظور می‌شود.



الف) حالت پلاستیک (ب) حالت ترکیب پلاستیک و الاستیک (پ) حالت الاستیک

شکل ۱- دیاگرام توزیع تنش

در شکل ۱ دیاگرام تنش را ملاحظه می‌نمایید که با افزایش نیرو، تنش در تارهای انتهایی افزایش می‌یابد و پس از رسیدن به تنش تسلیم تارهای بعدی به سمت تار خنثی وارد عمل شده و این روند با افزایش نیرو ادامه یافته تا تمامی تارها به تنش تسلیم برسند در این حالت تنش در مقطع به مقدار پلاستیک می‌رسد و در تیر، مفصل پلاستیک ایجاد می‌شود، چنانچه در شکل زیر ملاحظه نمایید تیر دو سر ساده تحت بار قرار گرفته که در آن مفصل پلاستیک ایجاد گردیده و چون سه مفصل در یک امتداد قرار می‌گیرد تیر ناپایدار می‌شود و در آن مکانیزم شکست ایجاد می‌گردد.



شکل ۲- مکانیزم شکست تیر

با استفاده از این تئوری در سازه‌های نامعین وقتی مفصل پلاستیک رخ می‌دهد سازه به سمت معینی می‌رود و نیروها باز توزیع مجدد انجام می‌دهند این مکانیزم در مستهلک نمودن نیروی زلزله

نقش مهمی دارد.

در طراحی باید به گونه‌ای باشد که مفصل پلاستیک در تیرها ایجاد گردد تا سازه بتواند باز توزیع انجام دهد و فرو نیاشد.

در مقررات ملی ساختمان مبحث دهم مقاومت خمشی طراحی می‌بایست مساوی ϕMn باشد، که در آن ϕ ضریب کاهش مقاومت و مقدار آن برای خمش 0.9 می‌باشد و Mn مقاومت خمشی که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$Mn = Mp = Fy Z$$

که در آن: Mp : لنگر پلاستیک Fy : تنش تسلیم فولاد Z : اساس مقطع پلاستیک در مقررات ملی ساختمان مرزبندی برای تعیین مقاومت خمشی که بر اساس مقدار طول مهار نشده عضو محاسبه می‌شود مشخص گردیده، این مرزبندی شامل سه ناحیه می‌باشد که به ترتیب عبارت است از: ناحیه یک حالت حدی تسلیم، ناحیه دو حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی، ناحیه سه ناحیه کمانش خطی.

۶- ناحیه یک حالت حدی تسلیم

در این ناحیه مفصل پلاستیک در تیر ایجاد می‌گردد و فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی از مقدار Lp کوچکتر است و پس از رسیدن مقطع به Mp توزیع تنش مجدد ایجاد می‌گردد. Lp عبارت است از طول مهار نشده عضو که از رابطه فوق بدست می‌آید که این عدد مرز بین حالت حدی تسلیم و حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی غیر ارتجاعی را مشخص می‌نماید.

$$Lp = 1.76 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

در این ناحیه مقاومت خمشی برابر است با:

$$Mn = Mp = Fy Z$$

۷- ناحیه دو حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی

در این ناحیه مقدار Lb فاصله بین دو مقطع از طول عضو که در آن از تغییر مکان جانبی بال فشاری و یا پیچش کل مقطع جلوگیری شده است، از طول مهار نشده Lp بیشتر شود و در این ناحیه مقدار مقاومت خمشی برابر است با:

$$Mn = Cb \left[Mp - (Mp - 0.7Fy Sx) \left(\frac{Lb - Lp}{Lr - Lp} \right) \right] \leq Mp$$

Cb ضریب اصلاح کمانش پیچش - جانبی برابر است با:

$$Cb = \frac{12.5 M_{max}}{2.5 M_{max} + 2 M_A + 4 M_B + 2 M_C}$$

Lr طول مهار نشده عضو برابر است با:

$$Lr = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7Fy} \sqrt{\frac{JC}{S_x h_o}} + \sqrt{\left(\frac{JC}{S_x h_o} \right)^2 + 6.75 \left(\frac{0.7Fy}{E} \right)^2}$$

r_{ts} شعاع ژیراسیون مؤثر برابر است با:

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x}$$

C_w ثابت پیچش تابیدگی برابر است با:

$$C_w = \frac{I_y h_o^2}{\varphi}$$

در رابطه فوق مقدار h_o برابر است فاصله مرکز به مرکز بال‌ها

$$h_o = h - t_g$$

J ثابت پیچش برابر است با:

$$J = \frac{1}{\varphi} (\sum b_f t_f^3 + d_w t_w^3)$$

۸- ناحیه سوم کمانش خطی

این ناحیه مرز بین حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی غیرارتجاعی و ارتجاعی را تعیین می‌نماید که با توجه به مشخصات مقطع تعیین می‌گردد و با عبور از این مرز مقطع توزیع تنش انجام نمی‌دهد و در عضو کمانش یا پیچش (چپ شدگی تیر) رخ می‌دهد، و در این ناحیه مقدار مقاومت خمشی برابر است با:

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p$$

F_{cr} تنش کمانش الاستیک پیچشی - جانبی برابر است با:

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0.7 \sqrt{\lambda} \frac{J C}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$$

برای توضیح بیشتر مطالب ارائه شده تیر نگهدارنده دیوار به روش سوم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۹- طراحی نگهدارنده دیوار Wall Post به روش LRFD

در دیوارهایی که طول آزاد آن بیش از ۶ متر باشد می‌بایست از Wall Post استفاده گردد این عضو برای نیروی باد و زلزله به صورت جداگانه محاسبه می‌گردد هر کدام تنش بیشتری وارد نماید ملاک محاسبه قرار می‌گیرد، در (شکل-۴) اثر نیروی زلزله را بر روی عضو نگهدارنده دیوار ملاحظه می‌نماید و از اثر این نیرو بر سایر اعضا صرف نظر گردیده است.

محاسبه بار وارده باد:

$$q = 0.006137^2$$

$$q = 0.006137(90)^2 = 49.65 \text{ kg/m}^2$$

و فشار مبنا (q) ۴۹٫۶۵ دکانیوتن بر مترمربع می‌باشد و فشار P اثر باد بر روی سطح بادگیر Wall Post به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

رو به باد برای عرض ۶٫۰ متر

$$P = I_w \times q \times C_e \times C_g \times C_q \times \varphi_m$$

$$P = 1 \times 49.65 \times 1.8 \times 6 = 529.2 \text{ kgf/m}^2$$

وزن دیوار = ضخامت \times وزن مخصوص دیوار آجری \times طول دیوار