



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تحلیل و طراحی

{ سازه‌های فولادی }

در

Prokon

نشر نوآور

مؤلفین:

مهندس امید علیزاده

(گزارشگر، رخد سازه دانشگاه صنعتی شریف)

(مدرس دانشگاه تهران)

مهندس نوید بشارت

(گزارشگر، رشد و تکنیک دانشگاه صنعتی شریف)

تلفن: ۲-۱۱۱۱۱۱۱-۶۶۴۸۴۱۱

سرشناسه	: عزیززاده، امید، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی در PROKON / مولف امید عزیززاده، نوید بشارت.
مشخصات نشر	: تهران: نوآور ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۴۰۸ص: مصور (رنگی).
شابک	: ۹-۰۸۰-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: سازه‌های فولادی -- طرح و محاسبه
موضوع	: سازه -- برنامه‌های کامپیوتری
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ ت ۳ ۸۵/ع ۴ ۸۴ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۸۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۸۱۶۲۹

تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی در PROKON

امید عزیززاده، نوید بشارت

نوآور

نسخه ۱۰۰۰

واحد رایانه نوآور

محمد رضا نصیرنیا

۹-۰۸۰-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸

مؤلف:

ناشر:

شمارگان:

حروف‌نگاری:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:



نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهیدای ژاندارمری نورسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن مرکز پخش: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱-۶۶۴۸۴۱۹۱-۶۶۴۸۴۱۹۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۵۳۸۵-۶۶۴۰۹۹۲۴

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، نبش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴-۶۶۹۵۵۸۷۸

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۰۲۵۷۹-۶۶۴۱۳۹۹۸

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است

فهرست مطالب

۱-۳-۴- مازول طراحی تیر جرثقیل	پیشگفتار
دروازه‌ای	
۱-۳-۵- مازول طراحی تیر ورق	فصل اول / آشنایی با نرم‌افزار Prokon
۱-۳-۲- طراحی اتصالات فولادی	۱-۱- مقدمه
۱-۳-۲-۱- مازول طراحی صفحه زیر	۲-۱- مازولهای تحلیل
ستون	۱-۲-۱- مازول تحلیل قاب
۱-۳-۲-۲- مازول طراحی اتصال تیر به	۲-۲-۱- مازول تحلیل تنش-کرنش
ستون و اتصال تیر به تیر	صفحه‌ای
۱-۳-۲-۳- مازول طراحی اتصالات	۳-۲-۱- مازول تحلیل تیر یک دهانه
مقاطع توخالی	۴-۲-۱- مازول تحلیل تیر بر روی
۱-۳-۲-۴- مازول طراحی گروه پیچ‌ها	تکیه‌گاه الاستیک
۱-۳-۲-۵- مازول طراحی جوش	۳-۱- مازولهای طراحی
۱-۳-۲-۶- مازول اتصالات برشی	۱-۳-۱- طراحی سازه‌های فولادی
۱-۳-۲- طراحی بتنی	۱-۳-۱-۱- مازول طراحی عضو برای
۱-۳-۲-۱- مازول طراحی تیر سراسری و	تنش محوری
دال	۱-۳-۲-۱- مازول طراحی عضو برای
۱-۳-۲-۲- مازول طراحی تیر و دال پیش	تنشهای ترکیبی
تنبیده	۱-۳-۳-۱- مازول تحلیل و طراحی
۱-۳-۲-۳- طراحی دال اجزای محدود	پلاستیک قاب
۱-۳-۲-۴- مازول طراحی دال مستطیلی	

- ۱-۳-۲-۵- مازول طراحی ستون مستطیلی
- ۱-۳-۲-۶- مازول طراحی ستون دایره‌ای
- ۱-۳-۲-۷- مازول طراحی کلی ستون
- ۱-۳-۲-۸- مازول طراحی دیوار حائل
- بتنی
- ۱-۳-۲-۹- مازول طراحی پی
- ۱-۳-۲-۱۰- مازول طراحی عرض ترک
- ۱-۳-۲-۱۱- مازول طراحی مقطع بتنی
- ۱-۳-۲-۱۲- مازول طراحی برش پانچ
- ۱-۳-۳-۳- طراحی با مصالح چوبی و بنایی
- ۱-۴-۳- CAD و جزئیات
- ۱-۵-۳- کاربردهای کلی
- ۱-۶-۳- طراحی ژئوتکنیکی
- ۱-۶-۱- مازول تحلیل شیروانی
- ۱-۶-۲- مازول تحلیل شیب غیر دایره‌ای
- ۱-۶-۳- مازول تحلیل Tetrahedral Wedge
- ۱-۶-۴- مازول گسیختگی صفحه‌ای در شیروانی سنگی
- ۱-۶-۵- مازول ظرفیت باربری پی‌های کم عمق
- ۱-۶-۶- مازول مقاومت برشی توده‌های سنگی متصل شده
- ۱-۶-۷- مازول مقاومت برشی اتصالات
- سخت در سنگها
- ۱-۶-۸- مازول ظرفیت باربری شمع
- ۱-۷-۷- مقدمات کار با PROKON
- ۱-۷-۱- تنظیم نام کاربری
- ۱-۷-۲- انتخاب آییننامه و پارامترهای طراحی
- ۱-۷-۳- تنظیم پوشه کاری
- ۱-۷-۴- تنظیم عکس پس زمینه
- ۱-۷-۵- تنظیم ظاهر پروژه و دفترچه محاسبات
- ۱-۷-۶- کار با پروژه‌های PROKON
- ۱-۷-۷- تنظیم سربرگ دفترچه محاسبات
- ۱-۸-۱- شروع کار با PROKON
- ۱-۸-۱- دفترچه محاسبات
- ۱-۹-۱- کار با مازولهای تحلیل و طراحی
- ۱-۹-۱- ورود اطلاعات
- ۱-۹-۲- ارسال نتایج تحلیل به دفترچه محاسبات
- ۱-۹-۳- ذخیره کردن ورودی
- ۱-۹-۴- استفاده از راهنما
- ۱-۱۰-۱- کار با جداول مازولها
- ۱-۱۰-۱- کار با بلوکها
- ۱-۱۰-۱- انتخاب بلوکها

۱-۱۰-۱-۲- کپی، انتقال و حذف سلولها	۱-۱۵-۳- نمونه‌ای از قالب آماده
۱-۱۰-۱-۳- مزایای استفاده از دستورات	۱-۱۶-۱- تنظیم مصالح
داخلی	۱-۱۷-۱- سربرگ File
۱-۱۰-۱-۴- کپی کردن متن از سایر نرم	۱-۱۷-۱- سربرگ مصالح
افزارها	۱-۱۷-۱-۱- سربرگ Steel و Aluminium
۱-۱۰-۲- خلاصه دستورات جداول	۱-۱۷-۲- سربرگ Concrete
۱-۱۱-۱- استفاده از ماشین حساب	۱-۱۷-۲- تعیین منحنی تنش-کرنش
PROKON	۱-۱۸-۱- تنظیم مقاطع
۱-۱۲-۱- کار با تصاویر	۱-۱۸-۱- منوی File
۱-۱۳-۱- افزودن متن و تصاویر	۱-۱۸-۲- منوی Country
۱-۱۳-۱- وارد کردن متن	۱-۱۸-۳- افزودن مقاطع جدید و پارامترهای آن
۱-۱۳-۲- تغییر قالب متن	
۱-۱۳-۳- استفاده از تصاویر در داخل پروژه	
۱-۱۳-۴- انتخاب و کپی کردن متن و تصاویر	فصل دوم / مدلسازی و تحلیل سازه
۱-۱۴-۱- کار با فرمولها	۱-۲-۱- مقدمه
۱-۱۴-۱- وارد کردن فرمول جدید	۲-۲-۱- مازول تحلیل قاب
۲-۱۴-۱- مقداردهی متغیرها	۱-۲-۲- قرارداد علامت
۳-۱۴-۱- تنظیمات فرمول	۲-۲-۲- مشاهده مدل
۴-۱۴-۱- تکنیکهای پیشرفته	۱-۲-۲-۲- دکمه‌های بزرگنمایی و چرخش
۱-۱۵-۱- ویرایش قالب دفترچه محاسبات	۲-۲-۲-۲- کنترل نقطه دید
۱-۱۵-۱- ایجاد قالب جدید	۳-۲-۲-۲- کنترل صفحه دید
۲-۱۵-۱- دستورات ویرایش قالب	۴-۲-۲-۲- تنظیمات گرافیکی

۲-۲-۴-۳-۷-شماره گروه	۲-۲-۳-مدلساز
۲-۲-۴-۳-۸-ایجاد تیر یا کابل با	۲-۲-۳-۱-آماده سازی جهت ایجاد مدل
مشخصات قبلی	۲-۲-۳-۲-رسم المان تیر و ستون
۲-۲-۴-۳-۹-تولید عضو بلوکی	۲-۲-۳-۳-رسم پوسته‌ها
۲-۲-۴-۳-۱۰-پاک کردن اعضا	۲-۲-۳-۴-تولید المانهای سطحی
۲-۲-۴-۳-۱۱-چک کردن خطاها	پوسته‌ای Shell یا Solid
۲-۲-۴-۳-۱۲-ورودی گرافیکی	۲-۲-۳-۵-نوار ابزار بالایی در مدلساز
۲-۲-۴-۴-ورود مقاطع تیرها	۲-۲-۳-۶-کپی و جابجا کردن المانها و
۲-۲-۴-۱-بازخوانی مقاطع از پایگاه	گره‌ها:
داده	۲-۲-۴-۴-نگاهی کلی به ورود داده‌ها
۲-۲-۴-۲-انتخاب مصالح	۲-۲-۴-۱-ورودی عمومی
۲-۲-۴-۳-گزینه‌ی مقطع خاص	۲-۲-۴-۲-ورودی گره‌ها
(اتصالات صلب)	۲-۲-۴-۱-ورودی گرافیکی
۲-۲-۴-۴-ورود تیرهای ماهیچه‌ای	۲-۲-۴-۳-ورود تیرها و کابلها:
۲-۲-۴-۵-اعضای کششی	۲-۲-۴-۱-جهت‌گیری مقاطع تیر در
۲-۲-۴-۶-ورودی گرافیکی	یک تحلیل سه بعدی
۲-۲-۴-۵-ورود المانهای پوسته‌ای	۲-۲-۴-۲-جهت‌گیری مقاطع تیرها در
۲-۲-۴-۱-ورود پوسته‌های صلب	تحلیل دو بعدی
۲-۲-۴-۲-شماره گروه	۲-۲-۴-۳-گیرداری دو انتهای تیر
۲-۲-۴-۳-تنظیم کردن محور لا محلی	۲-۲-۴-۴-تیر با مقطع متغیر (تیرهای
۲-۲-۴-۴-چک کردن خطاها	باریک شونده)
۲-۲-۴-۵-تولید المانهای با	۲-۲-۴-۵-اتصالات صلب
خصوصیات مشابه	۲-۲-۴-۶-نیروی افقی کابلها

۲-۲-۴-۱۰-۲-۲-انواع بارهای عضوی	۲-۲-۴-۵-۶-تولید بلوکی
۲-۲-۴-۱۰-۳-چک کردن خطاها	۲-۲-۴-۵-۷-پاک کردن المانها
۲-۲-۴-۱۰-۴-گروه بار	۲-۲-۴-۵-۸-ورودی گرافیکی
۲-۲-۴-۱۱-۱۱-ورود بارهای پوسته	۲-۲-۴-۶-ورودی المانهای (Solid)
۲-۲-۴-۱۱-۱-بارهای صفحه‌ای	۲-۲-۴-۷-ورودی المانهای فنی
۲-۲-۴-۱۱-۲-بارهای لبه‌ای	۲-۲-۴-۷-۱-المانهای فاصله
۲-۲-۴-۱۱-۳-بارهای خطی	۲-۲-۴-۷-۲-ورودی گرافیکی
۲-۲-۴-۱۱-۴-ورودی گرافیکی	۲-۲-۴-۸-ورود تکیه‌گاهها
۲-۲-۴-۱۲-ورود ترکیبات بار	۲-۲-۴-۸-۱-نشستیهای اولیه و
۲-۲-۵-سایر روشهای ورود داده‌ها	تکیه‌گاههای الاستیک
۲-۲-۶-۳-سربرگ تنظیمات	۲-۲-۴-۸-۲-تکیه‌گاههای دوار
۲-۲-۶-۱-حالتهای تحلیل	۲-۲-۴-۸-۳-چک کردن خطاها
۲-۲-۶-۲-پارامترهای طراحی	۲-۲-۴-۸-۴-تولید تکیه‌گاهها با
۲-۲-۶-۱-ورود پارامترهای طراحی	مشخصات تکراری
بتنی	۲-۲-۴-۸-۵-فاصله‌ها
۲-۲-۶-۲-۲-ورود پارامترهای تحلیل	۲-۲-۴-۸-۶-ورودی گرافیکی
مرتبه دوم	۲-۲-۴-۹-ورودی بارهای گرهی
۲-۲-۶-۲-۳-ورود پارامترهای تحلیل	۲-۲-۴-۹-۱-قرارداد علامت
غیرخطی	۲-۲-۴-۹-۲-چک کردن خطاها
۲-۲-۶-۲-۴-ورود پارامتر کمانش	۲-۲-۴-۹-۳-تولید بلوکی بارهای گرهی
۲-۲-۶-۲-۵-ورود پارامترهای تحلیل	۲-۲-۴-۹-۴-ورودیهای گرافیکی
دینامیک	۲-۲-۴-۱۰-ورود بارهای عضوی
۲-۲-۶-۲-۶-پارامترهای تحلیل‌های	۲-۲-۴-۱۰-۱-قرارداد علامت

دینامیک	۲-۹-۷-۲-۲-لنگرهای خمشی و نیروهای
۲-۲-۶-۳-دقت توسعه یافته و دقت	برشی در پوسته‌ها
مضاعف	۲-۲-۹-۸-تنشها در Solidها
۲-۲-۶-۴-تغییر سیستم آحاد	۲-۲-۹-۹-نمایش جدولی خروجیها
۲-۲-۷-تحلیل	۲-۲-ماژول تحلیل تنش کرنش صفحه‌ای
۲-۲-۷-۱-تصحیح خطاها در خلال	۲-۲-۱-وارد کردن داده‌ها
تحلیل	۲-۲-۱-۱-جدول گره‌ها (Nodes)
۲-۲-۷-۱-مشکلات تحلیل مرتبه دوم	۲-۲-۱-۲-جدول تکیه‌گاه‌ها
و تحلیل کمانشی	۲-۲-۱-۳-جدول مشخصات مصالح (Material Propertise)
۲-۲-۸-ارتباط با ماژولهای طراحی	۲-۲-۱-۴-جدول بارگذاری (Loads)
۲-۲-۸-۱-اتصالات فولادی	۲-۲-۱-۵-خطاهای ورود داده‌ها
۲-۲-۸-۲-ستون بتنی	۲-۲-۲-تحلیل
۲-۲-۸-۳-پی بتنی	۲-۳-۳-ماژول تحلیل تیر یک دهانه
۲-۲-۸-۴-ماژول طراحی عضو	۲-۳-۱-ورود داده‌ها
۲-۲-۸-۵-جزئیات تیرهای پیوسته	۲-۳-۲-خطاهای رایج در ورود داده‌ها
۲-۲-۹-نمایش گرافیکی خروجیها	۲-۳-۳-تحلیل تیر
۲-۲-۹-۱-تغییر شکلهای	۲-۴-۲-تحلیل تیر بر روی تکیه‌گاه الاستیک
۲-۲-۹-۲-شکلهای مود	۲-۴-۱-ورود داده‌ها
۲-۲-۹-۳-عکس‌العملها	۲-۴-۲-خطاهای ورود اطلاعات
۲-۲-۹-۴-نیروهای اعضای تیری	۲-۴-۳-تنظیمات ماژول
۲-۲-۹-۵-پوش نیروی تیر	۲-۴-۳-تحلیل و نتایج
۲-۲-۹-۶-تنشهای داخل صفحه‌ای در	
پوسته‌ها	

۳-۱-۱-۱-۳-۲-۴-۱-۱-۳-۲-۴-۱-۱-۳	۳- مقدمه
مرکب	۳-۱- طراحی اعضا
۳-۱-۱-۳-۵-۱-۱-۳-۵-۱-۱-۳	۳-۱-۱- مازول طراحی عضو برای
طراحی برای تنش مرکب	تنش‌های محوری و تنش‌های مرکب
۳-۲- طراحی تیر	۳-۱-۱-۳-۱-۱-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۱-۲-۳-۱-۲-۳	۳-۱-۱-۳-۲-۱-۱-۳-۲-۱-۱-۳
دروازه‌ای:	۳-۱-۱-۳-۳-۱-۱-۳-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۱-۲-۳-۱-۱-۲-۳	تحلیل شده در مازول Frame
۳-۱-۱-۲-۳-۱-۱-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۱-۱-۳
(General)	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۲-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۲-۱-۱-۲-۳-۲-۱-۱-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۳-۱-۱-۳
(Main Beam Sections)	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۳-۱-۱-۲-۳-۳-۱-۱-۲-۳	گروه‌بندی عضو
(Capping Beam Sections)	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۲-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۴-۱-۱-۲-۳-۴-۱-۱-۲-۳	تکیه‌گاه‌های جانبی
۳-۱-۲-۳-۵-۱-۱-۲-۳-۵-۱-۱-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۴-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۳-۱-۱-۲-۳-۳-۱-۱-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۵-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۲-۱-۱-۲-۳-۲-۱-۱-۲-۳	نسبت لاغری
۳-۱-۲-۳-۳-۱-۱-۲-۳-۳-۱-۱-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۶-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۲-۲-۳-۲-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۷-۳-۱-۱-۳
۳-۱-۲-۳-۱-۲-۲-۳-۱-۲-۲-۳	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۴-۱-۱-۳
General	۳-۱-۳-۱-۱-۳-۱-۴-۱-۱-۳
Sections	محوری

جوش	۳-۲-۲-۴-سربرج Spans
۳-۴-۱-۱-تحلیل خطی	۳-۲-۲-۵-سربرج Loads
۳-۴-۱-۲-تحلیل غیر خطی:	۳-۲-۲-۶-سربرج Lateral supports
۳-۴-۱-۳-اجرای ماژول‌ها	۳-۲-۲-۷-مشاهده خروجی
۳-۴-۱-۴-داده‌های ورودی طراحی گروه	۳-۲-۲-۸-دفترچه محاسبات
پیچ‌ها	۳-۳-طراحی اتصالات خمشی
۳-۴-۱-۶-محاسبه نیروی برشی طراحی	۳-۳-۱-طراحی صفحه‌ی زیر ستون:
در گروه پیچ‌ها	۳-۳-۱-۱-ورود داده‌های اولیه
۳-۴-۱-۷-داده‌های ورودی طراحی گروه	۳-۳-۱-۱-۱-خطاهای رایج در ورود
جوش	داده‌های اولیه
۳-۴-۱-۷-۱-تعریف گروه جوش	۳-۳-۱-۲-طراحی صفحه زیر ستون
۳-۴-۱-۷-۲-ایجاد سریع گروه جوش	۳-۳-۱-۳-ترسیمات
۳-۴-۱-۹-محاسبه نیروی برشی طراحی	۳-۳-۲-طراحی اتصالات خمشی
در گروه جوش	۳-۳-۱-۲-۳-ورود داده‌ها
۳-۴-۲-ماژول‌های طراحی اتصالات	۳-۳-۲-۲-طراحی
معمول	۳-۳-۲-۳-ترسیمات
۳-۴-۲-۱-ورود داده‌ها	۳-۳-۳-ماژول طراحی اتصالات مقاطع
۳-۴-۲-۱-۱-سربرج Members	توخالی
۳-۴-۲-۱-۲-سربرج Design	۳-۳-۱-۳-۱-وارد کردن داده‌ها
Parameters	۳-۳-۲-۳-طراحی اتصال و دفترچه
۳-۴-۲-۱-۳-سربرج Connection	محاسبات
۳-۴-۲-۱-۴-سربرج Loads	۳-۴-طراحی اتصالات برشی:
۳-۴-۲-۲-سربرج مشاهده اتصال	۳-۴-۱-۴-ماژول‌های طراحی گروه پیچ و
۳-۴-۲-۳-نتایج ماژول	

ضمیمہ ہا

ضمیمہ ۱- روش نصب برنامہ

ضمیمہ ۲- نتائج ماژول تحلیل قاب

ضمیمہ ۳- اسکرپٹ Angle Col

ضمیمہ ۴- اسکرپٹ Angle

ضمیمہ ۵- حروف یونانی

مراجع

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

پیشگفتار

در عصر حاضر که هر روز شاهد نوآوری و اکتشافات جدید در علوم مهندسی هستیم، نیاز به همگام شدن با این نوآوری‌ها اجتناب ناپذیر است. از این رو توجه به امکانات و تکنولوژی‌های نرم‌افزاری جدید، نه تنها باعث همسو شدن با این نوآوری‌ها می‌گردد بلکه کلیه ایرادات و مشکلات موجود در بسته‌های نرم‌افزاری قدیم را بارزتر می‌نماید.

مولفین این کتاب با در نظر گرفتن، نیاز مهندسین عمران به شناخت هر چه بیشتر نرم‌افزارهای ناشناخته، سعی کرده‌اند تا با تهیه و تالیف این کتاب یکی از قوی‌ترین نرم‌افزارهای تخصصی این رشته را به جامعه مهندسین ایرانی معرفی کنند. کتاب حاضر یکی از سری کتاب‌های آموزش این نرم‌افزار است که در غالب طراحی سازه‌های فولادی، بخشی از قابلیت‌های این نرم‌افزار را به مهندسین عمران آموزش می‌دهد. مجموعه کتاب‌های دیگر با نام‌های تحلیل و طراحی سازه‌های بتنی در Prokon، مطالعات ژئوتکنیکی در Prokon و پروژه‌های کاربردی Prokon از دیگر کتاب‌های این مولفین است که در همین انتشارات به چاپ رسیده است.

کتاب حاضر در سه فصل گردآوری شده است که فصل اول آن به معرفی نرم‌افزار، قابلیت‌ها و امکانات آن می‌پردازد. نحوه کار با فصل و تهیه مقدمات مورد نیاز مدلسازی و طراحی در این فصل گنجانده شده است. فصل دوم کتاب، نحوه مدلسازی و تحلیل سازه را آموزش می‌دهد. این فصل تمامی ماژول‌های مورد نیاز مدلسازی بجز ماژول Sumo را در بردارد. ماژول Sumo در کتاب بتنی این نرم‌افزار آموزش داده شده است. فصل سوم کتاب نیز به نحوه طراحی سازه‌های فولادی اختصاص دارد که همراه با مثال‌های کاربردی سعی گردیده است خوانندگان را به طور عملی با قابلیت‌های این نرم‌افزار آشنا کند.

در پایان از زحمات سرکار خانم مهندس مریم علیزاده که در ویرایش کتاب زحمات بسیار کشیده‌اند و از سرکار خانم فاطمه سبجانی مقدم، مهندس حامد نوش‌کیا، مهندس محمدحسین احمدی، مهندس مقداد حسن‌زاده و مهندس فرزاد شیرازیان که در تهیه مستندات مورد نیاز کتاب ما را یاری رسانیده‌اند تشکر می‌نماییم.

امید علیزاده - نوید بشارت

تابستان ۹۱



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

آشنایی با نرم افزار Prokon

۱-۱- مقدمه

نرم افزار Prokon توسط شرکت مشاورین نرم افزار Prokon در سال ۱۹۸۹ با هدف ایجاد نرم افزار جامع در تحلیل و طراحی انواع سازه های ساختمانی، غیر ساختمانی و همچنین مسائل ژئوتکنیکی وارد بازار گردید. این نرم افزار تجاری بوده و نسخه آزمایشی آن بصورت رایگان قابل دسترسی است. محیط نرم افزار بگونه ای طراحی شده است که کاربر پسند بوده و امکانات آن به راحتی قابل دستیابی باشند. نرم افزار قابلیت به روز شدن را داراست و می توان ماژول های جدیدی را بر روی آن نصب نمود. بطور کلی این نرم افزار شامل دو بخش اصلی می باشد:

- دفترچه محاسباتی؛ دفترچه محاسبات هر ماژول در داخل این قسمت قرار می گیرد. این بخش اصلی ترین بخش نرم افزار است که از طریق آن می توان به تمامی ماژول های طراحی و تحلیل نرم افزار دست یافت. نوشتن محاسبات و توضیحات پروژه و وارد کردن نتیجه محاسبات بخش های آنالیز و طراحی از دیگر امکانات این بخش است. برای کامل تر نمودن دفترچه محاسبات می توان از ترسیمات و اشکال نیز بهره جست. این بخش مانند یک نرم افزار پردازش متن قوی، عمل می نماید که در عین حال با سایر قسمت های نرم افزار نیز ارتباط دارد. لازم به ذکر است که هر ماژول طراحی، خود دارای یک دفترچه محاسبات جداگانه است.

- ماژول های تحلیل و طراحی؛ عملیات تحلیل و طراحی توسط ماژول های این بخش انجام می گیرد.

این بخش بصورت برنامه های مجزا که هر کدام عمل خاصی را انجام می دهند طراحی شده است. و علیرغم اینکه بصورت کاملا مجزا کار می کنند، می توانند ورودی های کلی نرم افزار را

نیز در اختیار داشته باشند و خروجی‌های خود را نیز به نرم‌افزار ارسال نمایند. این بخش بگونه‌ای طراحی شده است که می‌توان ماژول‌های جدیدی را از طریق بخش به روز رسانی به آن افزود. قسمت‌های مختلف ماژول‌های تحلیل و طراحی بصورت اجمالی بررسی می‌گردد.^۱ این دو بخش، کلیات اصلی نرم‌افزار را شامل می‌گردند و بخش‌های کوچک دیگری نظیر بخش بروز رسانی، ماژول‌های ارتباط با دیگر نرم‌افزارها نیز وجود دارند. سایت رسمی سازنده از طریق آدرس www.Prokon.com و www.Prokon.org قابل دسترسی است. اسکریپت‌ها و اصلاحات نرم‌افزار از طریق آدرس‌های اینترنتی www.CCSofts.com و www.Civil-Iran.com قابل دستیابی است.

۲-۱- ماژول‌های تحلیل

ماژول‌های این بخش شامل قسمت‌های مختلفی برای تحلیل سازه می‌باشد. مهمترین ماژول تحلیل، ماژول تحلیل قاب است که وظیفه مدلسازی و تحلیل انواع سازه‌ها را دارد. در این بخش هر کدام از ماژول‌های تحلیل جداگانه معرفی می‌گردد.

۱-۲-۱- ماژول تحلیل قاب

این بخش با کمک تحلیل خطی، قاب‌های دو بعدی شامل المان‌های تیر را تحلیل می‌نماید. این تحلیل شامل تعیین لنگرهای قاب، خرابا و تحلیل شبکه‌ها می‌باشد. اثرات دما و تغییر شکل‌های اولیه نیز می‌توانند در این ماژول در نظر گرفته شوند. تغییر مکان‌ها، نیروها، لنگرها، نیروی عکس‌العمل تحت دو حالت بار بهره برداری و بار نهایی، خروجی این ماژول می‌باشند. این ماژول می‌تواند در حالت‌های زیر نیز بکار گرفته شود:

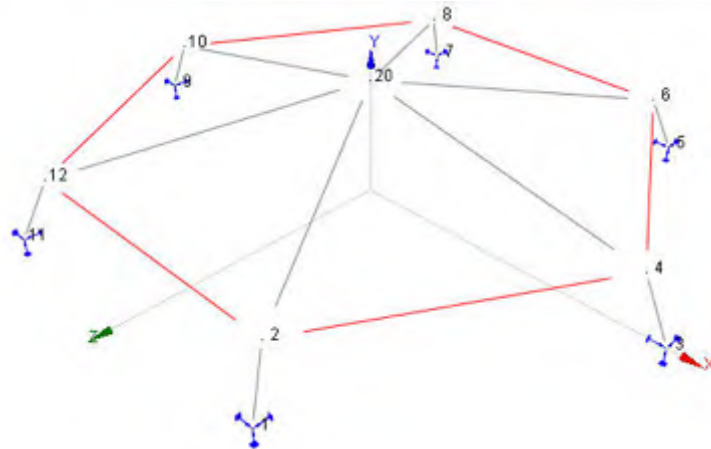
- تحلیل سه بعدی: تحلیل سه بعدی با تعیین شش درجه آزادی برای هر گره قابل انجام است.
- تحلیل اجزای محدود: با این تحلیل، امکان افزودن پوسته‌ها، آجرها و کابل‌های خمیده به ورودی‌های برنامه میسر می‌گردد.

- تحلیل مرتبه دوم و کمانشی

- تحلیل غیرخطی: توسط این گزینه امکان تحلیل هندسه و مواد با خاصیت غیرخطی فراهم می‌شود.

- تحلیل دینامیکی

۱. توضیحات مفصل هر قسمت در فصل‌های بعدی آمده است.



شکل ۱-۱ ماژول تحلیل قاب

این ماژول پس از تحلیل، به سایر ماژول‌های طراحی مرتبط می‌شود در این حالت تمامی بارها به همراه ترکیب بارهای ممکن به ماژول دوم انتقال می‌یابد. خروجی می‌تواند در دفترچه محاسبات به صورت گرافیکی و یا گزارش دیده شود.

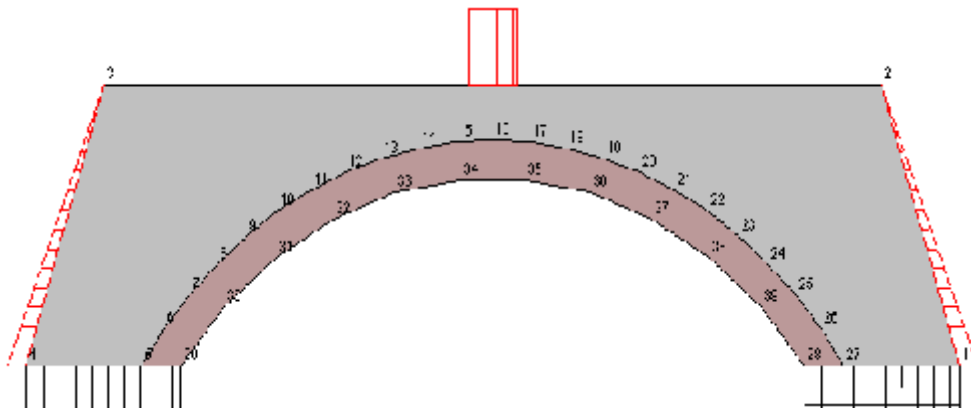
این ماژول می‌تواند از طریق فایل‌های .DWG، .DXF و CIS 2 و فایل‌های .SNF به بسته‌های نرم‌افزاری ترسیم جزئیات فولاد، نرم‌افزارهای شرکت Autodesk و نرم‌افزار Autodesk Revit Structure مرتبط گردد. نرم‌افزار همواره در حالت توسعه بوده و در آینده ارتباط بین این نرم‌افزار و نرم‌افزارهای دیگری نیز برقرار خواهد شد.

۱-۲-۲-۲-۱ ماژول تحلیل تنش- کرنش صفحه‌ای

این ماژول به کاربر این امکان را می‌دهد که هر گونه شکلی را رسم کند. سپس برنامه‌ی مش‌بندی دلخواهی را اعمال می‌کند و با متد تعیین شده از سوی کاربر تحلیل می‌کند و میزان تنش و کرنش‌های موجود را مشخص می‌کند.

نشرت‌نوآور

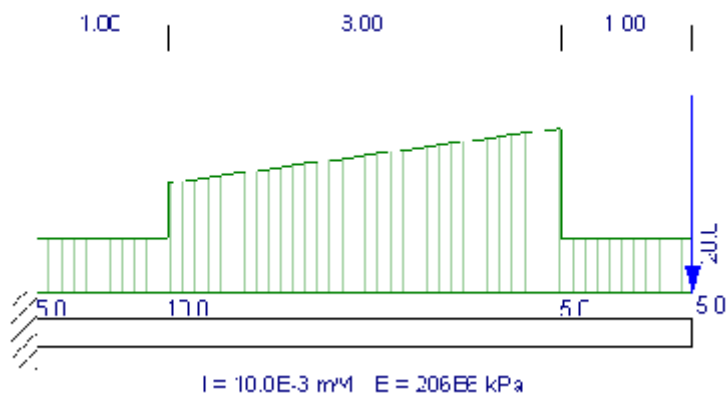
تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱



شکل ۲-۱ ماژول تحلیل تنش- کرنش صفحه‌ای

۳-۲-۱- ماژول تحلیل تیر یک دهانه

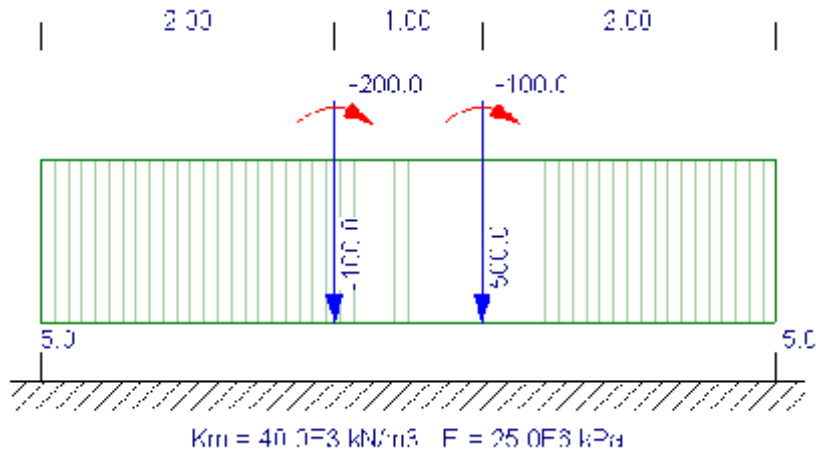
این ماژول تیر یک دهانه با شرایط تکیه‌گاهی دلخواه را تحلیل می‌نماید. بار متمرکز، لنگر متمرکز و بار گسترده بر روی تیر قابل اعمال است. کاربر می‌تواند مقطع تیر را از لیست مقاطع انتخاب نماید و یا مقطع دلخواهی را برای تحلیل ایجاد کند.



شکل ۳-۱ تحلیل تیر یک دهانه

۴-۲-۱- ماژول تحلیل تیر بر روی تکیه‌گاه الاستیک

در این ماژول کاربر می‌تواند تکیه‌گاه‌های الاستیک متعدد با فاصله خالی و یا بدون فاصله به همراه تکیه‌گاه‌های ثابت را برای تیر تعریف کند و سپس اقدام به تحلیل تیر نماید. این ماژول نمودار فشار خاک، لنگر، نیروی برشی و تغییر مکان را نمایش می‌دهد.



شکل ۱-۴ تحلیل تیر بر روی تکیه‌گاه الاستیک

۳-۱- مازول‌های طراحی

طراحی فولادی، طراحی بتنی، طراحی با مصالح چوبی و مصالح بنایی از مازول‌های اصلی طراحی در این نرم‌افزار می‌باشند که هر کدام به مازول‌های متنوعی تقسیم‌بندی شده‌اند و در واقع نیازهای هر بخش به طور کامل در این زیربخش‌ها پاسخ داده می‌شود. در ادامه توضیح مختصری در ارتباط با هر کدام از این مازول‌ها و زیربخش‌های آن داده شده است، تا با قابلیت‌های نرم‌افزار در طراحی سازه‌ها بیشتر آشنا شوید.

۱-۳-۱- طراحی سازه‌های فولادی

در بخش طراحی فولادی، قسمت‌های مختلف فولادی طراحی می‌شود. این قسمت برای طراحی اعضای که تنها تنش محوری در آنها وجود دارد مانند خرپا و اعضای مهاربندی در سازه‌های فولادی و برای طراحی اعضای دارای تنش‌های ترکیبی مانند تیر و ستون در سازه‌ها استفاده می‌شود. مازول‌های تحلیل و طراحی پلاستیک قاب و طراحی تیر جرثقیل نیز به طراحان سازه‌های خاص کمک می‌کند تا طراحی بهتری داشته باشند. این بخش شامل مازول‌هایی است که در ادامه شرح داده خواهند شد.

۱-۳-۱-۱- مازول طراحی عضو برای تنش محوری

این مازول برای بررسی و بهینه‌سازی اعضای فولادی که تنها در معرض تنش محوری