

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

اصول طراحی و ساخت

سازه‌های ماکارونی

مولفین:

مهندس مسعود شفقی

دکتر شهریار طاوسی تفرشی



فدکا ایستایس

سرشناسه	: طاوسی تفرشی، شهریار، ۱۳۴۴-
عنوان و نام پدیدآور	: اصول طراحی و ساخت سازه‌های ماکارونی / مولفین شهریار طاوسی تفرشی، مسعود شفق.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایساتیس، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۰ ص: مصور
شابک	: ۵۰۰۰۰ ریال : ۳-۱۷-۰۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: سازه، تجزیه و تحلیل
موضوع	: سازه -- طرح و نقشه
شناسه افزوده	: شفق، مسعود، ۱۳۶۴-
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ الف ۲/ط ۶۴۵/TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۷۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۲۱۴۱۷۲

اصول طراحی و ساخت سازه‌های ماکارونی



مولفین	: شهریار طاوسی تفرشی - مسعود شفق
مدیر تولید	: مجیدرضا زروئی
حروفچینی و صفحه‌آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایساتیس (بیتا تبریزی پور)
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۰
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ و صحافی	: گنج‌شایگان
قیمت	: ۵۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۳-۱۷-۰۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین لبافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰ (۱۲۶ قدیم)
 تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
 نمایندگی تهران : خیابان انقلاب - نیش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی
 تلفن: ۶۶۴۰۵۳۸۵ - ۶۶۴۰۹۹۲۴
 فروشگاه یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
 تلفن: ۶۲۲۷۴۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲
www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایساتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایساتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
 انتشارات فدک ایساتیس

شماره دفتر ثبت اختراع ۴۸۶۵۶

قوه قضائیه

تاریخ ثبت اختراع ۳۸۷۰۳۱۰۳۰۷ / ۱۳۸۷ / ۰۳ / ۰۷

شماره دفتر ثبت اختراع ۳۸۷۰۳۱۱۳۲
تاریخ تنظیم و طاعت ۱۳۸۷ / ۰۳ / ۰۷

اداره کل ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی

۶۰۰
ریال

۰۰۹۰۳۱

سری الف / ۸۵

کواهی نامه ثبت اختراع
کد (۳۰) الف (۱-۸۵) ت

طبق قانون ثبت اختراعات کواهی می شود اختراع راجح به ساختیل سنگین از

ماکارونی.

که در تاریخ _____ در کشور _____ به شماره _____ تقاضای ثبت شده است

بنام آقای مسعود شفق

تابعیت: جمهوری اسلامی ایران

که نشانی خود را در ایران به شرح فوق تعیین نموده است

برای مدت _____ بیست سال _____ ماه _____ روز

به ثبت رسیده است این ورقه که یک نمونه از توصیف و نقشه اختراع را به پست دارد مالک ثبت

رئیس اداره مالکیت صنعتی



شماره دفتر ثبت اختراع ۳۸۷۰۳۱۱۳۱
تاریخ تسلیم دعوت ۱۳۸۷/۰۳/۰۷

قوه قضائیه
شماره دفتر ثبت اختراع ۴۸۶۵۵
تاریخ ثبت اختراع ۱۳۸۷/۰۳/۰۷
شماره ثبت اختراع ۳۸۷۰۳۱۱۳۱
اسناد و املاک کشور

۶۰۰
ریال

اداره کل ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی

۰۰۹۰۳۰

سری الف / ۸۵

کوبای نامه ثبت اختراع
کد (۳۰) الف (۱-۸۵) ت

طبق قانون ثبت اختراعات کوبای می شود اختراع راجح به ساخت یل هدفمند از

ماکارونی.

که در تاریخ _____ در کشور _____ شماره _____ تقاضای ثبت شده است

بام آقای مسعود شفق

تابعیت: جمهوری اسلامی ایران

متمم
که نشانی خود را در ایران به شرح فوق تعیین نموده است

برای مدت _____ بیست سال _____ ماه _____ روز

به ثبت رسیده است این ورقه که یک نسخه از توصیف و نقشه اختراع را به پست دارد باک آ

رئیس اداره مالکیت صنعتی

مهر و امضا



شماره دفتر ثبت اختراع ۳۸۷۰۲۱۰۱۷
تاریخ تنظیم و ثبت ۱۳۸۷/۰۲/۲۲

شماره دفتر ثبت اختراع ۴۸۵۹۸
تاریخ ثبت اختراع ۱۳۸۷/۰۳/۰۶
قوة قضائیه
ثبت اسناد و املاک کشور

۶۰۰
ریال

اداره کل ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی

۰۰۹۰۳۲ *

سری الف / ۸۵

کد (۳۰) الف (۱-۸۵) ت
کواهی نامه ثبت اختراع

طبق قانون ثبت اختراعات کواهی می شود اختراع راجح به یل سبک ساخته شده از

ماکارونی .

که در تاریخ _____ در کشور _____ شماره _____ قاضای ثبت شده است

نام آقای مسعود شفق

تابعیت: جمهوری اسلامی ایران

مقیم
که نشانی خود را در ایران به شرح فوق تعیین نموده است

برای مدت بیست سال ماه روز

بر ثبت رسیده است این در تذکره که یک نمونه از توصیف و نقشه اختراع را به پست دارد ببالگ کس تنظیم کرده

رئیس اداره مالکیت صنعتی

محمد حسن
۱۳۸۷/۰۳/۰۶

یکی از معیارهای موثر در اعتلای سطح علمی دانشجویان و علاقه‌مندان به طراحی و ساخت سازه‌های ماکارونی، به موازات بهره‌گیری از استادان لایق در امر آموزش این نوع از سازه‌ها، وجود مراجع مفید در زمینه‌های مختلف آموزشی است. مجموعه حاضر، بر اساس نیازمندی‌های احساس شده در طی این چند سال و با نگاه آینده پژوهی نگارش شده است.

پس از گذشت حدود ۷ سال از فعالیت بر روی طراحی و ساخت انواع سازه‌های ماکارونی در سال ۱۳۸۶ موفق به ثبت رکورد جهانی شدیم و با مدارک و مستندات لازم، ثبت رکورد را در اداره ثبت اختراعات در اوایل سال ۱۳۸۷ با توجه به آیین‌نامه مسابقات کشور کانادا که نزدیک به ۲۷ سال است در سطح دنیا برگزار می‌گردد و بی‌شک معتبرترین مسابقه بین‌المللی در دنیا می‌باشد، در گرایش سازه‌های سبک با وزن پل ۴۷ گرم و تحمل وزنه ۲ کیلوگرمی به مدت ۵ دقیقه و در گرایش سازه‌های سنگین با وزن پل ۵۳۰ گرم و تحمل وزنه ۲۵۸ کیلوگرمی با راندمان ۴۸۶,۷۹ موفق به ثبت گردیدیم.

با توجه به سابقه تدریس چند ساله در خصوص طراحی و ساخت سازه‌های خاص در بسیاری از دانشگاه‌های دولتی، دانشگاه‌های آزاد اسلامی و مراکز علمی-تحقیقاتی و کسب نتایج و مقام‌های بسیاری در سطح کشوری و همچنین دریافت دعوتنامه‌های بسیار از سوی دانشگاه‌های معتبر کشورهای مختلف و از آن جمله دعوت ۳ سال متوالی از سوی دانشگاه British Columbia و Okanagan College کشور کانادا جهت شرکت در مسابقات بر خود تکلیف دانستیم و مجموعه حاضر را برای اولین بار در سطح دنیا و برای استفاده اساتید، دانشجویان، دانش‌آموزان و تمام کسانی که به فعالیت در عرصه سازه‌های ماکارونی علاقه دارند، آماده نموده‌ایم.

بدیهی است این کتاب به دلیل نگارش و چاپ اول در سطح دنیا بی‌شک خالی از اشتباه نبوده و ایراد بر آن وارد است و سپاسگذار خواهیم شد از تمامی سروران که بعد از مطالعه، اشکالات و ایرادات موجود را منعکس نمایند تا پس از بررسی در چاپ‌های بعدی لحاظ گردد.

بر خودمان واجب می‌دانیم از یاران و همراهان خود در دوران فعالیت در زمینه طراحی و ساخت سازه‌های ماکارونی، جناب آقایان مهندس مسعود شاطرشیرزاد، مهندس رضا شیرخانی و سرکار خانم مهندس نیلوفر آریا که در آن دوران در کنارمان بودند و همچنین جناب آقای مسعود مقامی ریاست محترم مرکز تحقیقات و مطالعات فاتب که با تمام مشکلات و سختی‌ها ما را حمایت و همراهی نموده‌اند، قدردانی نماییم.

مسعود شفق - شهریار طاووسی تفرشی

masoudshafaghi@yahoo.com

فهرست مطالب

فصل اول : استاتیک و تحلیل سازه

تحلیل استاتیکی ۳	۱.۱
تحلیل دینامیکی ۳	۲.۱
تحلیل سازه‌های صفحه‌ای ۳	۳.۱
تحلیل سازه‌های فضایی ۴	۴.۱
دو فرض اساسی در تحلیل سازه ۴	۵.۱
آنالیز غیرخطی ۵	۶.۱
تکیه‌گاه ساده یا مفصل ۵	۱.۶.۱
تکیه‌گاه غلطکی ROLLER ۵	۲.۶.۱
تکیه‌گاه گیردار FIXED ۵	۳.۶.۱
تکیه‌گاه میله‌ای LINK ۶	۴.۶.۱
تکیه‌گاه ارتجاعی ۶	۵.۶.۱
معادلات تعادل در سازه‌های صفحه‌ای ۷	۷.۱
سازه‌ها ۸	۸.۱
انواع سازه‌های معین ۹	۹.۱
معین خارجی ۹	۱.۹.۱
معین داخلی ۹	۲.۹.۱
پایداری و ناپایداری یک سازه ۹	۱۰.۱
ناپایداری خارجی هندسی ۱۰	۱۱.۱
معادلات شرط ۱۱ CONDITION EQUATION	۱۲.۱
تعیین ناپایداری و درجه نامعین قالب‌ها ۱۲	۱۳.۱
پایداری خارجی و تعیین درجه نامعین خارجی ۱۲	۱.۱۳.۱
روش‌های تعیین درجه نامعینی قالب‌ها ۱۲	۱۴.۱
شمارش معادلات و مجهولات ۱۳	۱.۱۴.۱
شمارش حلقه‌ها و کادرهای بسته ۱۳	۲.۱۴.۱
تبدیل قاب به شاخه‌های معین ۱۳	۳.۱۴.۱
روش کادر بسته ۱۶	۱.۲.۱۴.۱

قواعد مربوط به رسم نیروی برشی ۱۸	۱۵.۱
قواعد مربوط به رسم دیاگرام خمشی ۱۸	۱۶.۱
کابل‌ها ۲۲	۱۷.۱
خرپاها ۲۴	۱۸.۱
انواع خرپاها ۲۴	۱۹.۱
خرپای ساده ۲۴	۱.۱۹.۱
خرپای مرکب ۲۴	۲.۱۹.۱
خرپای مبهم یا پیچیده ۲۵	۳.۱۹.۱
پایداری و ناپایداری خرپاها تعیین درجه نامعینی خرپاها ۲۵	۲۰.۱
آنالیز خرپای معین ۲۶	۲۱.۱
تست بار صفر ۲۶	۲۲.۱
ابتدا نکاتی در مورد قوسها ۲۷	۲۳.۱
حل قسمت دوم مسئله بدون دانسته‌های استاتیکی ۲۹	۲۴.۱
حل مسأله‌ی پایداری و ناپایداری ۳۱	۲۵.۱
خط تأثیر INFLUENCE LINE ۳۳	۲۶.۱
تعریف خط تأثیر ۳۴	۲۷.۱
روش اول ۳۴	۱.۲۷.۱
روش دوم ۳۶	۲.۲۷.۱
روش سوم ۳۷	۳.۲۷.۱
روش چهارم ۳۸	۴.۲۷.۱
روش پنجم ۴۷	۲۷.۱
موارد استفاده‌ی خط تأثیر ۴۷	۲۸.۱
کاربرد دوم خط تأثیر ۴۹	۲۹.۱
محاسبه‌ی تغییر شکل تیرها ۵۰	۳۰.۱
معادله‌ی دیفرانسیل تغییر شکل تیرها ۵۰	۳۱.۱
قضایای لنگر سطح ۵۲	۳۲.۱
روش لنگر سطح - بارالاستیک - تیر مزدوج ۵۲	۱.۳۲.۱
قضیه اول لنگر سطح ۵۲	۱.۱.۳۲.۱
قضیه دوم لنگر سطح ۵۳	۲.۱.۳۲.۱
نکاتی در مورد سهمی درجه n ۵۶	۳۳.۱
روش تیر مزدوج و یا روش تیر فرضی ۵۹	۲.۳۲.۱
آنالیز تقریبی سازه ۶۳	۳۴.۱
آنالیز خرپا ۶۳	۱.۳۴.۱

آنالیز قاب‌های بادبندی شده تحت اثر بارهای جانبی ۶۴	۲.۳۴.۱
آنالیز قاب‌های صلب تحت اثر بار قائم ۶۴	۳.۳۴.۱
آنالیز صلب تحت اثر بارهای جانبی ۶۴	۳۵.۱
روش پرتال ۶۴	۱.۳۵.۱
فرض اول ۶۴	۱.۱.۳۵.۱
فرض دوم ۶۶	۲.۱.۳۵.۱
روش دوم ۶۶	۳.۱.۳۵.۱

فصل دوم : پل‌ها و انواع آنها

تاریخچه پل ۷۱	۱.۲
انواع پل‌ها ۷۱	۲.۲
پل‌های چوبی ۷۱	۱.۲.۲
پل‌های تخته‌ای ۷۲	۲.۲.۲
پل‌های سنگی ۷۴	۳.۲.۲
پل‌های بتن ۷۴	۴.۲.۲
پل‌های بتن مسلح ۷۴	۵.۲.۲
پل‌های بتنی پیش تنیده ۷۵	۶.۲.۲
پل‌های فلزی ۷۵	۷.۲.۲
طبقه‌بندی پل‌های فلزی ۷۵	۳.۲
پل با تیرهای حامل ۷۵	۱.۳.۲
پله قوسی ۷۶	۲.۳.۲
عملکرد قوس ۷۶	۴.۲
قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده‌ی یک قوس ۷۶	۵.۲
پاکار ۷۶	۱.۵.۲
شانه ۷۶	۲.۵.۲
تیزه ۷۶	۳.۵.۲
شکنگاه ۷۷	۴.۵.۲
آوارگاه ۷۷	۵.۵.۲
چگونگی انتقال نیرو در قوس ۷۷	۶.۲
انواع قوس‌ها و موارد آنها ۷۷	۷.۲
قوس ساده یا تخت (قوس لتتو) ۷۸	۱.۷.۲
قوس نیم دایره ۷۸	۲.۷.۲

قوس شاخ بزی ۷۸	۳.۷.۲
قوس نیمه بیضی ۷۸	۴.۷.۲
قوس سهمی ۷۹	۵.۷.۲
قوس هلالی ۷۹	۶.۷.۲
قوس کمانی ۷۹	۷.۷.۲

فصل سوم : سازه‌های ماکارونی

ماکارونی چیست؟ ۸۳	۱.۳
معرفی سازه‌ی ماکارونی ۸۳	۲.۳
سازه‌های فشاری ۸۴	۳.۳
سازه‌های جرتقیلی ۸۵	۴.۳
پل با بار متمرکز ۸۶	۵.۳
پل با بار گسترده ۸۶	۳.۶
پل با بار متحرک ۸۶	۷.۳
چگونه شروع کنیم؟ ۸۷	۸.۳
به‌طور خلاصه، برای ساخت یک سازه، شما باید مراحل زیر را در پیش بگیرید ۸۷	۹.۳
آزمایش‌های انجام گرفته بر روی نمونه‌های ماکارونی ۸۸	۱۰.۳
آزمایش کشش بر روی ماکارونی ریز شرکت تک ماکارون ۸۸	۱.۱۰.۳
آزمایش چگالی بر روی ماکارونی درشت(ضخیم) شرکت تک ماکارون ۸۹	۲.۱۰.۳
آزمایش خمشی بر روی ماکارونی درشت (ضخیم) شرکت تک ماکارون ۸۹	۳.۱۰.۳
آزمایش مدول الاستیسیته بر روی ماکارونی ریز شرکت تک ماکارون ۸۹	۴.۱۰.۳
آزمایش ازدیاد طول نسبی بر روی ماکارونی درشت شرکت تک ماکارون ۸۹	۵.۱۰.۳
تکنیک‌های ساخت سازه ماکارونی ۹۰	۱۱.۳
ماکارونی ۹۰	۱.۱۱.۳
چسب ۹۰	۲.۱۱.۳
اتصال مفصلی ۹۲	۳.۱۱.۳
اتصال صلب ۹۲	۴.۱۱.۳
چگونگی ساخت ۹۴	۱۲.۳
چگونه رکورد را پیش‌بینی نماییم ۹۴	۱۳.۳
چگونه سازه‌ی ماکارونی را بهینه کنیم ۹۵	۱۴.۳

فصل چهارم : تحلیل و طراحی سازه‌ها

تحلیل و طراحی سازه‌ها ۹۹	۱.۴
نرم‌افزارهای مورد استفاده ۹۹	۲.۴
پیش‌فرض‌های نرم‌افزارها ۱۰۰	۳.۴
تغییرشکل‌ها و تعادل نیروها ۱۰۰	۴.۴
اجزای سازه‌ای مدل ۱۰۰	۵.۴
بررسی مدل ۱۰۱	۶.۴
بررسی حساسیت‌ها ۱۰۱	۷.۴
تحلیل با آخرین تغییرات ۱۰۲	۸.۴
مستندسازی تحلیل ۱۰۲	۹.۴
بازتاب تحلیل در نقشه‌ها ۱۰۲	۱۰.۴
ارائه مدل و جواب‌های تحلیل ۱۰۲	۱۱.۴
بازبینی ۱۰۳	۱۲.۴
تحلیل کامپیوتری پل ماکارونی (مدل‌سازی هندسی پل ماکارونی) ۱۰۳	۱۳.۴
عرشه‌ی پل ۱۰۶	۱۴.۴
اثر گره‌ها ۱۰۶	۱.۱۴.۴
احجام توپر نظیر اعضای فشاری و غیره ۱۰۶	۲.۱۴.۴

فصل پنجم : تحلیل یک سازه‌ی مدل با استفاده از نرم‌افزار

تحلیل یک سازه‌ی مدل با استفاده از نرم‌افزار ANSYS ۱۰۹	۱.۵
گام اول: تهیه طرح موردنظر به کمک یک نرم‌افزار طراحی مانند solid works ۱۰۹	۱.۱.۵
گام دوم: وارد کردن مشخصات خرپا ۱۰۹	۲.۱.۵
گام سوم: مشخص کردن نوع المان ۱۱۰	۳.۱.۵
گام چهارم: وارد کردن خواص فیزیکی و مکانیکی خرپا ۱۱۰	۴.۱.۵
گام پنجم: وارد کردن خواص فیزیکی و مکانیکی خرپا ۱۱۱	۵.۱.۵
گام ششم: مدل‌سازی خرپا ۱۱۱	۶.۱.۵
گام هفتم: مدل‌سازی خرپا ۱۱۲	۷.۱.۵
گام هشتم: مدل‌سازی خرپا ۱۱۲	۸.۱.۵
گام نهم: مدل‌سازی خرپا ۱۱۳	۹.۱.۵
گام دهم: مدل‌سازی خرپا ۱۱۳	۱۰.۱.۵

- ۱۱.۱.۵ گام یازدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۴
- ۱۲.۱.۵ گام دوازدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۴
- ۱۳.۱.۵ گام سیزدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۵
- ۱۴.۱.۵ گام چهاردهم: مدل سازی خرپا ۱۱۵
- ۵.۱.۵ گام پانزدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۶
- ۱۶.۱.۵ گام شانزدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۶
- ۱۷.۱.۵ گام هفدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۷
- ۱۸.۱.۵ گام هجدهم: مدل سازی خرپا ۱۱۷
- ۱۹.۱.۵ گام نوزدهم: مش بندی خرپا ۱۱۸
- ۲۰.۱.۵ گام بیستم: مش بندی خرپا ۱۱۸
- ۲۱.۱.۵ گام بیست و یکم: مش بندی خرپا ۱۱۹
- ۲۲.۱.۵ گام بیست و دوم: مش بندی خرپا ۱۱۹
- ۲۳.۱.۵ گام بیست و سوم: مش بندی خرپا ۱۲۰
- ۲۴.۱.۵ گام بیست و چهارم: مش بندی خرپا ۱۲۰
- ۲۵.۱.۵ گام بیست و پنجم: تعیین تکیه گاه و بارگذاری ۱۲۱
- ۲۶.۱.۵ گام بیست و ششم: تعیین تکیه گاه و بارگذاری ۱۲۱
- ۲۷.۱.۵ گام بیست و هفتم: تعیین تکیه گاه و بارگذاری ۱۲۲
- ۲۸.۱.۵ گام بیست و هشتم: تعیین تکیه گاه و بارگذاری ۱۲۲
- ۲۹.۱.۵ گام بیست و نهم: حل مسئله ۱۲۳
- ۳۰.۱.۵ گام سی ام: دریافت نتایج (post processing) ۱۲۳
- ۳۱.۱.۵ گام سی و یکم: بررسی وضعیت نیرو در هر لینک ۱۲۴
- ۳۲.۱.۵ گام سی و دوم: بررسی وضعیت نیرو در هر لینک ۱۲۴
- ۳۳.۱.۵ گام سی و سه: بررسی وضعیت نیرو در هر لینک ۱۲۵

فصل ششم : آیین نامه‌ی سازه‌های ماکارونی

- ۱.۶ ابعاد سازه ۱۲۹
- ۲.۶ تکیه گاه‌ها ۱۲۹
- ۳.۶ مشخصات اعضا و اتصال آنها ۱۳۰
- ۴.۶ وزن سازه ۱۳۲
- ۵.۶ مصالح مصرفی ۱۳۲
- ۶.۶ ریسمان بارگذاری ۱۳۲
- ۷.۶ شرایط بارگذاری ۱۳۴

داوری ۱۳۵	۸.۶
قوانین ساخت پل سبک ۱۳۵	۹.۶
ابعاد پل ۱۳۵	۱.۹.۶
تکیه‌گاه‌ها ۱۳۶	۲.۹.۶
مشخصات اعضا و اتصال آنها ۱۳۷	۳.۹.۶
وزن پل ۱۳۸	۴.۹.۶
مصالص مصرفی ۱۳۸	۵.۹.۶
بارگذاری ۱۳۹	۶.۹.۶
ریسمان بارگذاری ۱۳۹	۱.۶.۹.۶
شرایط بارگذاری ۱۳۹	۷.۹.۶
قوانین ساخت پل هدفمند ۱۳۹	۱۰.۶
ابعاد پل ۱۳۹	۱.۱۰.۶
تکیه‌گاه‌ها ۱۴۰	۲.۱۰.۶
مشخصات اعضا و اتصال آنها ۱۴۱	۳.۱۰.۶
وزن پل ۱۴۲	۴.۱۰.۶
مصالص مصرفی ۱۴۳	۵.۱۰.۶
بارگذاری ۱۴۳	۶.۱۰.۶
ریسمان بارگذاری ۱۴۳	۱.۶.۱۰.۶



فصل اول

استاتیک و تحلیل سازه