

مؤسسہ انتشارات



سری عمران

تذکره: به موجب ماده ۵ قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای مؤسسه انتشارات سری عمران محفوظ می باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق چاپ و برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی، جزوه و حتی دست نویس ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

مقدمه مولفان

خداوند متعال را سپاسگزاریم که لطف و عنایت خویش را نصیب ما کرد تا توفیق تألیف این اثر را به عنوان پیشگامی کوچک برای جامعه مهندسين ايران پيدا كنيم و در مسير سازندگي و بالندگي ايران اسلامي از طريق رشد علمي فرزندان اين آب و خاک حرکت نماييم.

«برای مهندسان بن بستی وجود ندارد، یا راهی خواهند یافت و یا راهی خواهند ساخت...»

آیا تاکنون به عنوان یک مهندس عمران فکر کرده‌اید که یکی از عوامل مهم در بروز حوادث رانندگی، طرح هندسی نامناسب راه می‌باشد؟ همواره اعتقاد داشته‌ایم که یک مهندس طراح راه باید درک درستی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد راه داشته باشد تا به کمک آنها، یک طراحی اصولی و مهندسی ارائه نماید. بر مبنای این نگرش، در ادامه مسير تألیف «مجموعه کتاب‌های زیر ذره بین سری عمران»، کتابی متفاوت در زمینه طراحی هندسی راه ارائه کردیم و در آن تمامی نکات روند طراحی حرفه‌ای مطابق با ضوابط آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران را با نگاهی ریزبینانه شرح دادیم.

مثال‌های آن، حل مسائل این آزمون‌ها بسیار ساده خواهد بود.

لازم به ذکر است که این کتاب برای مقاطع تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی رشته مهندسی عمران مورد استفاده می‌باشد.

و اما حرف آخر ...

کتاب حاضر، حاصل چندین سال تدریس دروس راهسازی و طرح هندسی راه پیشرفته در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های مهم از جمله دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه صنعتی امیرکبیر و نیز تجربه حاصل از طراحی پروژه‌های عمرانی در کشور می‌باشد که بیش از دو سال تألیف آن به طول انجامید. در اینجا مغتنم است که از مدیریت محترم مؤسسه انتشارات سری عمران و همکاران پژوهشگرده حمل و نقل طراحان پارسه که همواره در تمامی مراحل آن با ایجاد انگیزه، ایده‌های خلاق و تلاش‌های بی‌شائبه در این مسیر از هیچ کمکی دریغ نوردیدند سپاسگزاری نماییم.

برای تألیف این کتاب، افراد بسیاری در کنارمان بوده‌اند که شایسته است از تمامی آنها به ویژه جناب آقای مهندس آرمان حمیدی (به عنوان ویراستار علمی)، دوستان و همکاران گرامی، جناب آقای مهندس نیما ابراهیمی، جناب آقای دکتر علی عبدی، جناب آقای مهندس رامین باقری و مهندس محمد سینا سمنارشاد که بی هیچ متنی باعث بهبود روند تألیف این اثر علمی شده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را نماییم. همچنین از خانواده‌های عزیز ما که در این روزهای طاقت‌فرسا همانند تمام روزهای گذشته با صبر و حوصله، همراه ما بوده‌اند قدردانی می‌کنیم.

با وجود وقت فراوانی که برای تألیف و ویراستاری این اثر شده است همواره وجود اندک علمی و نگارشی در آن ناگزیر می‌باشد اما از چشم تیزبین اساتید، صاحب نظران و دانشجویان پوشیده نخواهد ماند و به طور یقین ما را از راهنمایی‌ها و همفکری‌های حویث بهر دست خواهند کرد تا در آینده شاهد تلاش‌های بهتر و ارزنده‌تر در این زمینه باشیم.

اطلاعات مربوط به کتاب با نام «سری عمران» در دست انتشار این مجموعه را می‌توانید از طریق سایت سری عمران به نشانی www.serieomran.com پیگیری نمایید. همچنین از طریق آدرس ایمیل مؤسسه سری عمران به نشانی serieomran@yahoo.com می‌توانید نظرات، پیشنهادات و سؤالات احتمالی خود را در مورد این کتاب در اختیارمان قرار دهید.

باشد که با تألیف این کتاب، گامی نو در رشد علمی فرزندان این مرز و بوم برداشته شود و در طراحی صحیح راه‌ها به کار گرفته شود.

«دکتر محمود صفارزاده - مهندس محمد شاکری»

ضرورت تألیف کتاب طراحی هندسی راه‌ها و خیابان‌ها چه بوده است؟

افزایش تصادفات رانندگی به عنوان یکی از مهمترین عوامل تلفات انسانی در کشورهای مختلف از یک سو و ضرورت رشد و اعتلای بار علمی دانش گاه‌ها در حوزه حمل و نقل جاده‌ای از سوی دیگر، ما را بر آن داشت تا با تألیف کتاب «طراحی هندسی راه‌ها و خیابان‌ها» درک مهندسان طراح راه را از روند طراحی و عوامل تأثیرگذار در عملکرد آن درازیم. علاوه بر این، بسیاری از مهندسان بی آنکه درک درستی از توانایی‌ها و مفاهیم طراحی، همچنین ضوابط آیین نامه‌ای داشته باشند تنها همانند کاربر نرم افزار، طراحی را به گونه‌ای انجام می‌دهند که چنانچه در کتاب «طراحی هندسی راه‌ها و خیابان‌ها» در راستای تحقق اهداف علمی مؤسسه سری عمران، اولین کتاب از مجموعه کتاب‌های زیر ذره بین در این حوزه، کتاب دو جلدی «طراحی هندسی راه‌ها و خیابان‌ها» می‌باشد. جلد اول، مطالب و مفاهیم پایه‌ای طرح هندسی راه را پوشش می‌دهد و در جلد دوم، طراحی هندسی راه‌ها و خیابان‌ها با کمک نرم افزار AutoCAD Civil 3D همراه با یک پروژه کامل راهسازی آموزش داده می‌شود که در هر دو جلد، طیف گسترده‌ای از مطالب مورد نیاز اساتید، دانشجویان و مهندسان عزیز در شرکت‌های مشاور ارائه شده است. با مطالعه این کتاب، سرخس جدیدی در دانش از این پس، همچون طراحان حرفه‌ای، راجع به طراحی راه اظهار نظر کرده و در مسير طراحی قائم و نیز طراحی انواع قوس‌های افقی و قائم در راه‌ها و تقاطع‌ها تسلط یابید. به این ترتیب، راستا با بهره‌گیری از مراجع و آیین نامه‌های جدید و به روز و روش متفاوت آموزش مفاهیم هندسی داریم که این کتاب بتواند مرجعی مناسب برای اساتید، دانشجویان و مهندسان عزیز قرار گیرد.

همواره معتقدیم که ضعف در طراحی راه، معمولاً از چهار موضوع زیر ناشی می‌شود:

- ۱- عدم تسلط بر مفاهیم پایه‌ای طرح هندسی و نحوه به کارگیری مناسب آنها (ضعف دانش).
- ۲- عدم به کارگیری ضوابط و معیارهای کنترلی آیین نامه که ایمنی مسير را کاهش می‌دهد.
- ۳- نداشتن دید مهندسی مناسب و بیگانه بودن با تحلیل و طراحی دستی که باعث وابستگی هر چه بیشتر مهندسان به نرم افزار به صورت تک بعدی شده است.
- ۴- عدم آگاهی از توانایی‌ها و محدودیت‌های نرم افزار و نکاتی که باید در طراحی مناسب مسير (مسیریابی افقی و قائم) رعایت شوند.

مهمترین موضوعاتی که در تألیف جلد اول این کتاب مدنظر بوده است عبارتند از:

- آموزش کامل مفاهیم راهسازی همراه با شکل و بیش از ۱۲۰ مثال متنوع و کاربردی
- پوشش کامل نکات و ضوابط آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه شماره ۴۱۵)
- نحوه به کارگیری آنها در طراحی راه
- نحوه طراحی تمامی قوس‌های افقی و قائم با توجه به ضوابط نشریه شماره ۴۱۵
- تمرین‌های پایانی فصل (بالغ بر ۱۵۰ تمرین) جهت تسلط بیشتر
- آموزش روند اصولی طراحی راه به صورت دستی و گام به گام در قالب مثال‌های پروژه محور
- پوشش کامل سرفصل درس راهسازی (طرح هندسی راه) در آزمون کارشناسی ارشد و نظام مهندسی ترافیک به گونه‌ای که با تسلط بر مفاهیم کتاب و حل تمرین‌ها و

فهرست

فصل اول

مقدمه‌ای بر راهسازی

قسمت اول: انواع سیستم‌های حمل و نقل

- ۸- ۱-A- معرفی سیستم‌های حمل و نقل
۱۱- ۲-A- اجزای سیستم حمل و نقل جاده‌ای
قسمت دوم: انواع راه‌ها

- ۱۳- ۱-B- طبقه‌بندی راه به منظور طراحی هندسی
۱۴- ۲-B- طبقه‌بندی عملکردی راه
۲۲- ۳-B- طبقه‌بندی راه بر مبنای وضعیت پستی و بلند زمین
قسمت سوم: مراحل طراحی پروژه‌های راهسازی

- ۲۴- ۱-C- مطالعات اولیه و یا امکان‌سنجی طرح
۲۴- ۲-C- طراحی اولیه و نهایی راه
۲۵- ۳-C- اجرای مسیر
۲۵- ۴-C- نقشه‌های اجرایی راه

قسمت چهارم: مروری بر ابنیه فنی راه

- ۲۷- ۱-D- پل
۲۸- ۲-D- تونل
۲۹- ۳-D- دیوار حائل
۲۹- ۴-D- آبرو
۳۰- ۵-D- گالری
۳۰- ۶-D- سایر ابنیه فنی راه
۳۲- تمرین‌های پایانی فصل اول

فصل دوم

طراحی مسیر (مسیریابی افقی)

قسمت اول: آشنایی با نقشه توپوگرافی

- ۳۴- ۱-A- مقیاس نقشه
۳۷- ۲-A- مفاهیم اولیه نقشه‌های توپوگرافی
۴۰- ۳-A- تعیین ارتفاع، فواصل افقی و شیب از نقشه توپوگرافی
۴۲- ۴-A- تشخیص خطوط تراز

قسمت دوم: طرح مسیر در نقشه توپوگرافی

- ۴۸- ۱-B- نقاط عبوری مسیر
۴۹- ۲-B- مسیریابی افقی
۵۸- ۳-B- پلان مسیر

قسمت سوم: انتخاب واریانت مناسب

- ۵۹- ۱-C- پارامترهای فنی و هندسی
۶۳- ۲-C- پارامترهای اقتصادی، زیبایی و محیط زیست
۶۴- تمرین‌های پایانی فصل دوم

فصل سوم

خصوصیات عملکردی انسان و وسیله نقلیه

قسمت اول: خصوصیات تأثیرگذار انسان در عملکرد مسیر

- ۶۸- ۱-A- حواس رانندگان
۷۰- ۲-A- انتظارات رانندگان
۷۱- ۳-A- خصوصیات رفتاری و عکس‌العمل راننده
قسمت دوم: خصوصیات عملکردی وسیله نقلیه

- ۷۳- ۱-B- مشخصات ابعادی وسیله نقلیه
۷۵- ۲-B- مشخصات مکانیکی وسیله نقلیه
قسمت سوم: مسافت دید در راه

- ۸۴- ۱-C- مفهوم مسافت دید
۸۴- ۲-C- فاصله دید توقف
۸۷- ۳-C- فاصله دید سبقت
۹۱- ۴-C- فاصله دید انتخاب یا تصمیم
۹۳- تمرین‌های پایانی فصل سوم

فصل چهارم

ترافیک کاربردی

قسمت اول: مهندسی ترافیک

- ۹۶- ۱-A- تعریف مهندسی ترافیک
۹۶- ۲-A- جریان ترافیک
قسمت دوم: پارامترهای جریان ترافیک
۹۹- ۱-B- پارامترهای اصلی جریان ترافیک
۱۰۰- ۲-B- حجم و زمان سیر
۱۰۶- ۳-B- سرعت و زمان نقا
۱۱۲- ۴-B- چگالی و وسعت نقل
۱۱۳- ۵-B- سرفاصله عبور زمانی
۱۱۳- ۶-B- سرفاصله عبور مکانی
۱۱۴- ۷-B- فاصله آزاد مکانی
۱۱۴- ۸-B- فاصله آزاد زمانی

قسمت سوم: تحلیل رابطه سرعت، نرخ جریان و چگالی

- ۱۱۵- ۱-C- نمودار چگالی - نرخ جریان
۱۱۶- ۲-C- نمودار سرعت - نرخ جریان
۱۱۷- ۳-C- نمودار سرعت - چگالی

قسمت چهارم: پیش‌بینی ترافیک

- ۱۱۸- ۱-D- انواع مختلف ترافیک عبوری (سفرهای ایجاد شده)
۱۱۹- ۲-D- برآورد ترافیک آتی

قسمت پنجم: سطح سرویس

- 1-E- سطح سرویس (LOS) ۱۲۱
 2-E- تعیین تعداد خطوط مورد نیاز ۱۲۳
 تمرین های پایانی فصل چهارم ۱۲۹

فصل پنجم طراحی قوس دایره ای ساده

قسمت اول: درک عمومی از طرح هندسی مسیر

- 1-A- طرح هندسی مسیر ۱۳۲
 2-A- انواع قوس در راهسازی ۱۳۳
 3-A- مفهوم دایره و خصوصیات آن در راهسازی ۱۳۳
 4-A- مروری بر توابع مثلثات ۱۳۵

قسمت دوم: قوس دایره ای ساده و اجزای اصلی آن

- 1-B- تعریف قوس دایره ای ساده ۱۳۶
 2-B- نقاط قوس دایره ای ساده ۱۳۸
 3-B- زوایای قوس دایره ای ساده ۱۳۸
 4-B- طول اجزاء در قوس دایره ای ساده ۱۴۱

قسمت سوم: پیاده سازی قوس دایره ای ساده

- 1-C- کیلومتر از قوس دایره ای ۱۵۳
 2-C- پیکتاژ قوس دایره ای ساده ۱۵۶

قسمت چهارم: تعریض و پاکسازی محوطه در قوس دایره ای افقی

- 1-D- تعریض در قوس افقی ۱۶۰
 2-D- مسافت دید در قوس افقی ۱۶۱
 تمرین های پایانی فصل پنجم ۱۶۳

فصل ششم طراحی قوس های دایره ای مرکب

قسمت اول: قوس دایره ای مرکب دو مرکزی

- 1-A- مفهوم قوس دایره ای مرکب دو مرکزی ۱۶۸
 2-A- اجزای اصلی قوس دایره ای مرکب دو مرکزی ۱۶۹
 3-A- محاسبه کیلومتر از قوس دایره ای مرکب دو مرکزی ۱۷۲
 4-A- حالت های مختلف طراحی قوس دایره ای مرکب دو مرکزی ۱۷۳

قسمت دوم: قوس دایره ای مرکب سه مرکزی

- 1-B- تعریف قوس دایره ای مرکب سه مرکزی ۱۸۰
 2-B- اجزای اصلی قوس دایره ای مرکب سه مرکزی ۱۸۰
 3-B- محاسبه کیلومتر از قوس دایره ای مرکب سه مرکزی ۱۸۲
 قسمت سوم: قوس دایره ای مرکب تخت پشت یا متوالی هم جهت

- 1-C- مفهوم قوس مرکب تخت پشت ۱۸۶
 2-C- جایگزینی قوس تخت پشت با یک قوس دایره ای ساده ۱۸۷
 قسمت چهارم: قوس دایره ای مرکب معکوس

- 1-D- مفهوم قوس دایره ای مرکب معکوس ۱۸۹
 2-D- تحلیل قوس دایره ای معکوس بین دو مماس ناموازی ۱۹۰

- 3-D- تحلیل قوس دایره ای معکوس بین دو مماس موازی ۱۹۳
 تمرین های پایانی فصل ششم ۱۹۶

فصل هفتم طراحی قوس های کوهستانی (ویژه)

قسمت اول: قوس سرپانتین یا اگرندنه

- 1-A- معرفی قوس سرپانتین ۲۰۰
 2-A- تحلیل قوس سرپانتین متقارن هم رس ۲۰۲
 3-A- تحلیل قوس سرپانتین نامتقارن ساده ۲۰۶
 4-A- طراحی قوس سرپانتین متقارن ۲۰۷

قسمت دوم: قوس نیم دایره ای یا سنجاقی

- 1-B- مفهوم قوس نیم دایره ای یا سنجاقی ۲۱۰
 2-B- تحلیل قوس نیم دایره ای ۲۱۰

قسمت سوم: قوس دایره ای قیچی

- 1-C- مفهوم قوس دایره ای قیچی ۲۱۳
 2-C- اجزای اصلی قوس دایره ای قیچی ۲۱۴
 تمرین های پایانی فصل هفتم ۲۱۷

فصل هشتم منحنی اتصال کلو توئید

قسمت اول: معرفی منحنی های اتصال تدریجی

- 1-A- مفهوم منحنی های اتصال تدریجی ۲۲۰
 2-A- معرفی منحنی اتصال کلو توئید ۲۲۲
 3-A- انواع سیستم های منحنی اتصال کلو توئید ۲۲۴
 قسمت دوم: اتصال کلو توئید ساده متقارن

- 1-B- معرفی اتصال کلو توئید ساده متقارن ۲۲۷
 2-B- طول اتصال کلو توئید ساده متقارن ۲۲۷
 3-B- زوایای اتصال کلو توئید ساده متقارن ۲۲۸
 4-B- طول های اتصال کلو توئید ساده متقارن ۲۳۰
 5-B- کیلومتر از اتصال کلو توئید ساده متقارن ۲۳۸
 تمرین های پایانی فصل هشتم ۲۴۰

فصل نهم طراحی منحنی های سه نیم نمودار بریلندی یا دور

قسمت اول (آشنایی با منحنی بریلندی)

- 1-A- تعریف بریلندی یا دور ۲۴۴
 2-A- بررسی روابط مقادیر بریلندی ۲۴۵
 3-A- حداکثر مقدار بریلندی ۲۴۷
 4-A- بریلندی طرح (e) ۲۴۸
 قسمت دوم: طول تأمین بریلندی در قوس های افقی

- 1-B- مفهوم طول تأمین بریلندی ۲۵۱
 2-B- طرح و محاسبه طول شیب بریلندی (L) ۲۵۲
 3-B- طرح و محاسبه طول حذف شیب مخالف (L) ۲۵۳

قسمت سوم: روش‌های مختلف تأمین برابندی

- ۱-C- روش‌های تأمین برابندی ۲۵۶
 ۲-C- اعمال برابندی در قوس‌های دایره‌ای مرکب ۲۶۷
 تمرین‌های پایانی فصل نهم ۲۷۰

فصل دهم مسیر یابی قائم

قسمت اول: نیمرخ طولی مسیر (پروفیل طولی)

- ۱-A- تعریف پروفیل طولی مسیر ۲۷۲
 ۲-A- ترسیم پروفیل طولی مسیر ۲۷۲
 قسمت دوم: ضوابط شیب طولی مسیر
 ۱-B- مفهوم شیب طولی راه ۲۷۵
 ۲-B- طول بحرانی شیب ۲۷۶
 ۳-B- خط کمکی در سربالایی ۲۷۷
 ۴-B- خروجی اضطراری در سرازیری ۲۸۰
 قسمت سوم: ترسیم خط پروژه مسیر
 ۱-C- مفهوم خط پروژه راه ۲۸۵
 ۲-C- ضوابط خط پروژه در طراحی قوس‌های قائم ۲۸۸
 ۳-C- توصیه‌هایی در مورد ترسیم خط پروژه ۲۸۹
 تمرین‌های پایانی فصل دهم ۲۹۳

فصل یازدهم طراحی قوس‌های قائم

قسمت اول: قوس سهمی قائم

- ۱-A- مفهوم قوس‌های قائم ۲۹۸
 ۲-A- طول قوس‌های سهمی قائم ۳۰۲
 ۳-A- معادله قوس سهمی قائم درجه دوی متقارن ۳۰۴
 ۴-A- تعیین نقاط اصلی در قوس سهمی قائم متقارن ۳۱۰
 ۵-A- تعیین کیلومتر تراژ مسیر بر روی قوس سهمی قائم متقارن ۳۱۰
 قسمت دوم: قوس دایره‌ای قائم
 ۱-B- مفهوم قوس دایره‌ای قائم ۳۱۱
 ۲-B- شعاع قوس دایره‌ای قائم ۳۱۱
 ۳-B- اجزای اصلی قوس دایره‌ای قائم ۳۱۳
 تمرین‌های پایانی فصل یازدهم ۳۱۶

فصل دوازدهم حجم عملیات خاکی در راهسازی

قسمت اول: مقطع عرضی و محاسبات آن

- ۱-A- تعریف مقطع عرضی (نیمرخ عرضی) ۳۲۰
 ۲-A- نحوه ترسیم مقطع عرضی ۳۲۱
 ۳-A- برآورد مساحت مقطع عرضی ۳۲۹
 قسمت دوم: برآورد حجم عملیات خاکی
 ۱-B- نیمرخ‌های عرضی ساده همنام ۳۳۳

- ۲-B- نیمرخ‌های عرضی ساده غیر همنام ۳۳۴
 ۳-B- نیمرخ‌های عرضی ساده و مختلط ۳۳۶
 ۴-B- نیمرخ‌های عرضی مختلط مشابه ۳۳۷
 ۵-B- نیمرخ‌های عرضی مختلط مخالف ۳۳۸
 ۶-B- تصحیح حجم عملیات خاکی در قوس‌های افقی ۳۴۳

قسمت سوم: منحنی بروکتر

- ۱-C- مفهوم اولیه منحنی بروکتر ۳۴۶
 ۲-C- نحوه ترسیم منحنی بروکتر ۳۴۷
 ۳-C- نحوه محاسبه حجم عملیات خاکی در منحنی بروکتر ۳۵۲
 ۴-C- آشنایی با چند اصطلاح در منحنی بروکتر ۳۵۶
 ۵-C- تعیین خط توزیع (خط پخش) بهینه در منحنی بروکتر ۳۶۱
 تمرین‌های پایانی فصل دوازدهم ۳۷۰

فصل سیزدهم طراحی رابطه‌ها در تقاطع‌های غیر همسطح (تبادل‌ها)

قسمت اول: معرفی انواع تقاطع‌های همسطح و غیر همسطح

- ۱-A- تعریف انواع تقاطع‌ها ۳۷۶
 ۲-A- تبادل‌های سه‌راه ۳۸۰
 ۳-A- تبادل‌های چهار راه ۳۸۲
 ۴-A- معیارهای طراحی تبادل ۳۹۱

قسمت دوم: طراحی رابطه‌های چپگرد و راستگرد در تبادل‌ها

- ۱-B- طراحی رابط گردراه ۳۹۵
 ۲-B- طراحی رابطه‌های جهت‌دهنده و نیمه‌جهت‌دهنده ۴۰۲
 ۳-B- طراحی رابطه‌های راستگرد ۴۱۱
 ۴-B- طراحی پایانه رابطه‌های ورودی و خروجی یک‌خطه ۴۱۶
 تمرین‌های پایانی فصل سیزدهم ۴۱۹

بخش تمرین‌های پایانی فصول

برای مشاهده پاسخ تمرین‌های پایانی فصول به سایت www.serieomran.com مراجعه شود.