



راهسازی طرح هندسی راه ویراست دوم

تألیف

حمید بهبهانی

(عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران)



راهسازی، طرح هندسی راه (ویراست دوم)

تألیف: حمید بهبهانی

ویراستار: مهناز یزدانی

نسخه پرداز: مسعود رزدام

حروفچین و صفحه آرا: مهدیه دین پناه

مرکز نشر دانشگاهی

چاپ اول ۱۳۶۱

چاپ اول، ویراست دوم ۱۳۹۹

تیراژ ۵۰۰

چاپ و صحافی: سامان

۶۵۰۰۰ تومان

نشانی فروشگاه مرکزی: خیابان انقلاب، روبه روی سینما

سپیده، پاساژ خبیری، تلفن: ۶۶۴۰۸۸۹۱، ۶۶۴۱۰۶۸۶

فروش اینترنتی: www.iup.ac.ir

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است

فهرست نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه: بهبهانی، حمید، ۱۳۱۹

عنوان و نام پدیدآور: راهسازی، طرح هندسی راه / تألیف حمید بهبهانی.

وضعیت ویراست: ویراست دوم

مشخصات نشر: تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۹۹

مشخصات ظاهری: ۵۵، ۳۸۲ ص:، مصور، جدول.

فروست: مرکز نشر دانشگاهی: ۱۵۳۵. عمران: ۲۶

شایک: ۱۵۳۵-۰۱-۹۶۴-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: چاپ اول، ویراست دوم

یادداشت: کتابنامه

موضوع: راهسازی

موضوع: Roads-Design and construction

موضوع: راه ها

موضوع: Roads

شناسه افزوده: مرکز نشر دانشگاهی

شناسه افزوده: Iran University Press

رده بندی کنگره: ۹/۲۱۴۰۰ ب / ۲۱۰ TE

رده بندی دیویی: ۶۲۵/۷

شماره کتابشناسی ملی: ۵۵۸۸۵۰۹



بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

صفحه	عنوان
نه	پیشگفتار
۱	فصل اول: روش مسیریابی زمینی و عکس برداری هوایی
۱	مقدمه
۲	نقشه برداری اولیه
۳	اعمال نقشه های هوایی
۷	مسیریابی در خارج از شهر
۷	مرحله اول
۱۴	مرحله دوم
۱۶	مرحله سوم
۱۸	مسیریابی در داخل شهر
۲۰	سایر بررسی ها
۲۳	محل پل ها
۲۸	فصل دوم: نقشه های راه
۲۸	مقدمه
۲۸	پلان راه
۲۹	پروفیل طولی راه
۳۹	تعیین محل برخورد خط پروژه با زمین طبیعی
۳۹	سایر نقشه های لازم

۴۹	علائم مشخص‌کننده پل‌ها و آبروها
۵۱	فصل سوم: عملیات خاکی
۵۱	مقدمه
۵۲	انواع نیمرخ‌های عرضی
۵۶	محل نیمرخ‌های عرضی
۵۷	محاسبه مساحت نیمرخ عرضی
۶۶	محاسبه حجم عملیات خاکی به وسیله مقطع متوسط
۷۴	تصحیح در قوس
۷۸	فصل چهارم: منحنی بروکتر
۷۸	مقدمه
۷۸	خصوصیات خاک
۷۹	حمل و نقل خاک
۸۰	نقاط تعادل
۸۱	اصطلاحات
۸۲	روش دیاگرام توده
۸۳	مقدمات ترسیم منحنی بروکتر
۸۸	ویژگی‌های منحنی بروکتر
۹۲	تعیین محل خط توزیع
۹۵	روابط هندسی
۱۰۵	تعیین خط توزیع با در نظر گرفتن محل‌های قرضه و دپو
۱۱۴	تعیین متوسط حمل (d_m) در منحنی بروکتر
۱۱۹	فصل پنجم: ویژگی‌های اساسی راننده، وسایل نقلیه و راه
۱۱۹	مقدمه
۱۲۰	ویژگی‌های راننده
۱۲۶	ویژگی‌های وسایل نقلیه
۱۲۹	سایر ویژگی‌ها
۱۳۴	شتاب

صفحه	عنوان
۱۳۴	ترافیک
۱۴۴	گنجایش
۱۴۷	عوامل کاهش گنجایش
۱۵۴	فصل ششم: قوس های دایره ای
۱۵۴	مقدمه
۱۵۵	اجزای قوس
۱۶۲	اختلاف طول قوس و وتر
۱۶۳	تعیین محل ایستگاه ها روی قوس
۱۶۶	انتخاب قوس و روش اجرا
۱۶۸	فصل هفتم: قوس های مرکب و معکوس
۱۶۸	تعاریف
۱۶۹	قوس های مرکب دو مرکزی
۱۷۲	قوس های مرکب سه مرکزی
۱۷۶	ترسیم اتصال شبدری با استفاده از قوس های مرکب
۱۷۷	اتصال دو قوس با خط مستقیم
۱۸۵	قوس های مرکب چهار مرکزی
۱۸۶	قوس های معکوس
۱۹۰	طراحی گردنه ها با پیچ های معکوس (سربان تین)
۱۹۴	فصل هشتم: قوس های سهمی
۱۹۴	مقدمه
۱۹۴	قوس های افقی
۱۹۶	قوس های قائم
۱۹۶	اختلاف طول قائم از مماس تا قوس
۲۰۰	ارتفاعات در امتداد قوس قائم
۲۰۳	عوامل مؤثر در طول قوس
۲۰۷	فصل نهم: اتصال کلوتوئیدی
۲۰۷	مقدمه

صفحه	عنوان
۲۰۷	علائم اختصاری و فرمول‌ها
۲۱۰	بسط نظریه کلو توئید
۲۱۵	انتخاب و رسم کلو توئید و تعیین اجزای آن
۲۲۴	انواع کلو توئید
۲۲۶	فصل دهم: عوامل ایمنی در طراحی راه
۲۲۶	مقدمه
۲۲۶	دور قوس‌ها
۲۲۹	شعاع حداقل مطلق قوس (R) یا (RHm)
۲۲۹	شعاع حداقل عادی قوس (R_C) یا (RHN)
۲۳۰	شعاع قوس‌ها برای شیب عرضی ۲ تا ۲٫۵ درصد
۲۳۰	شعاع حداقل قوس‌ها بدون شیب عرضی (دور)
۲۳۱	وضعیت نیم‌رخ‌های عرضی در دور
۲۳۳	ترسیم دور در پروفیل
۲۳۶	طول اتصال کلو توئیدی
۲۴۰	تعریض راه در قوس‌ها
۲۴۲	روش تعریض
۲۴۲	حالت اول قوس کلو توئید
۲۴۵	مساحت اضافی حاصل از تعریض رویه راه
۲۴۷	قسمت دایره‌ای وسط
۲۴۸	پیاده کردن لبه داخلی تعریض شده رویه راه
۲۴۹	حالت دوم قوس‌های دایره‌ای
۲۵۳	حالت مخصوص $\theta_c = \frac{1}{4} \Delta$
۲۵۵	مساحت اضافی مربوط به تعریض
۲۶۰	فصل یازدهم: مسافت دید
۲۶۰	مقدمه
۲۶۰	مسافت دید توقف
۲۶۱	مسافت ترمز
۲۶۵	مسافت دید بدون سبقت

پیشگفتار

همان گونه که ارتباط قلب از طریق شریان ها، رگ ها و مویرگ ها با اعضای بدن برقرار می شود و خون به کمک آنها قلب به اعضای بدن می رسد و موجب حیات شخص می شود، راه ها نیز حکم این شریان ها، رگ ها و مویرگ ها را برای جوامع بشری و کشورها دارند و یکی از زیربنایی ترین اجزای توسعه کشورها به شمار می روند که بخش های مختلف از جمله صنعتی، کشاورزی، خدماتی و... را در سطح ملی و بین المللی به یکدیگر مرتبط می سازند. وجود راه ها و شبکه حمل و نقل قدرتمند در یک کشور و ارتباط آنها با راه های بین المللی منجر به توسعه اقتصادی، سیاسی و اجتماعی و در نتیجه، کاهش نابرابری های اقتصادی و اجتماعی در یک کشور می شود. همچنین، بخش عظیمی از بودجه عمرانی یک کشور به احداث و نگهداری شبکه راه ها اختصاص می یابد.

برای احداث و توسعه شبکه راه ها قبل از هر چیز داشتن اطلاعات علمی به روز و تجربه در امر طراحی هندسی راه و راه سازی که لازمه احداث یک مسیر کاملاً ایمن و اقتصادی است، ضرورت دارد.

در تألیف کتاب حاضر کوشیده ایم تا مطالبی در مورد طراحی هندسی راه ها هم به صورت علمی و هم به صورت عملی به گونه ای جامع و کامل ارائه کنیم تا دانشجویان و متخصصین حوزه راه سازی از آن بهره ببرند.

لازم است از همه اساتید، مهندسان و دانشجویان که برای توسعه کشور به ویژه در زمینه توسعه راه‌ها و ایجاد شبکه حمل و نقل ایمن و کارآمد تلاش می‌کنند تشکر کنم و امیدوارم کتاب حاضر راهگشای مهندسان، دانشجویان و علاقه‌مندان حوزه راهسازی باشد.

در انتها لازم می‌دانم از اساتید و عزیزانی که در تألیف و ویرایش کتاب اینجانب را یاری کرده‌اند و همچنین، مرکز نشر دانشگاهی تشکر و قدردانی کنم.

حمید بهبهانی

استاد دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه علم و صنعت ایران

زمستان ۱۳۹۹

www.ketab.ir