

مبانی
طرح هندسی راه
بانگاه اجرایی

دکتر حسین فراهانی

دکتری مهندسی عمران (راه و ترابری) - دانشگاه تهران

مهندس سجاد شادمان

مهندس عمران

فهرست مطالب

مقدمه	۱۹
فصل اول: کلیات	۲۱
۱- تعریف راه	۲۲
۲- هدف از راه‌سازی	۲۲
۳- نقش راه‌ها	۲۳
۴- طبقه‌بندی راه‌ها	۲۵
۴-۱- تقسیم‌بندی راه‌ها بر مبنای عملکرد و درجه اهمیت	۲۷
۴-۱-۱- راه‌های سریع‌السير	۲۷
۴-۱-۲- راه‌های اصلی	۲۹
۴-۱-۳- راه‌های فرعی	۳۳
۴-۲- تقسیم بندی راه‌ها به لحاظ شرایط توپوگرافی	۳۵
۵- انواع دیگر راه‌ها	۳۸
۶- ساختمان راه	۴۶
۶-۱- زیرسازی راه و طرح هندسی آن	۴۷
۶-۲- روسازی راه	۴۷
تمرینات آخر فصل	۵۱
منابع	۵۲
فصل دوم: مطالعات مسیر	۵۳
۱- تعریف مسیر	۵۴
۲- طراحی مسیر راه	۵۴
۳- عوامل تعیین کننده مسیر راه	۵۴
۳-۱- دسترسی	۵۵
۳-۲- عوارض طبیعی	۵۶
۳-۳- ضوابط طرح هندسی	۵۸
۳-۴- مطالعات زمین‌شناسی	۵۹
۳-۵- مقاومت زمین	۵۹
۳-۶- وجود مصالح مناسب	۶۰
۳-۷- نگهداری راه	۶۰
۳-۸- منظرآرایی	۶۱

- ۳-۹- حفظ محیط طبیعی..... ۶۲
- ۳-۱۰- حفظ محیط انسانی..... ۶۳
- ۳-۱۱- مخارج ساختمان راه..... ۶۳
- نتیجه‌گیری..... ۶۴
- ۴- مراحل مختلف تعیین مسیر راه..... ۶۴
- ۴-۱- کشف مسیرهای کلی ممکن..... ۶۴
- ۴-۲- شناسایی مسیرهای کلی..... ۶۵
- ۴-۳- انتخاب مسیر کلی..... ۶۶
- ۴-۴- برداشت مقدماتی مسیر..... ۷۵
- ۴-۵- تعیین محور راه روی نقشه توپوگرافی و تهیه نقشه مقدماتی..... ۷۵
- ۴-۶- پیاده کردن مسیر..... ۷۶
- ۵- تعیین محور راه بر روی نقشه‌های خطوط تراز (مسیرگذاری در دفتر)..... ۷۷
- پیوست تکمیلی..... ۸۳
- یادآوری نکاتی از نقشه برداری..... ۸۳
- خطوط تراز..... ۸۳
- ۱- منحنی میزان (خطوط تراز)..... ۸۵
- ۲- ویژگی‌های یک منحنی میزان..... ۸۶
- ۳- تعیین ارتفاع، فواصل افقی و شیب از نقشه توپوگرافی..... ۸۸
- ۳-۱- تعیین ارتفاع نقاط بر روی نقشه‌های توپوگرافی..... ۸۹
- ۳-۲- تعیین فواصل افقی بر روی نقشه‌های توپوگرافی..... ۹۱
- ۳-۳- تعیین شیب زمین در نقشه‌های توپوگرافی..... ۹۲
- ۴- تشخیص خطوط تراز..... ۹۴
- ۴-۱- تپه..... ۹۵
- ۴-۲- گودال یا فرورفتگی..... ۹۵
- ۴-۳- خط القعر..... ۹۶
- ۴-۴- خط الراس..... ۹۷
- ۴-۴-۱- خط الراس اصلی..... ۹۷
- ۴-۴-۲- خط الراس فرعی (یال)..... ۹۸
- بیشتر بدانید..... ۹۹
- ۴-۵- گردنه..... ۱۰۰
- ۴-۶- دامنه..... ۱۰۱
- ۴-۷- پرتگاه یا صخره..... ۱۰۲
- ۴-۸- دشت و اراضی مسطح..... ۱۰۲
- ۵- طراحی مسیر به روش پرگار..... ۱۰۴

۱۰۹	۶ - طرح مسیر در نقشه توپوگرافی.....
۱۰۹	۶-۱- نقاط عبوری مسیر.....
۱۱۰	۶-۱-۱- نقاط اجباری.....
۱۱۰	۶-۱-۲- نقاط اجتناب.....
۱۱۱	۶-۲- مسیریابی افقی.....
۱۱۲	۶-۲-۱- مسیر پرش.....
۱۱۶	۶-۲-۲- ترسیم خطوط منکسر صفر.....
۱۱۸	۶-۲-۳- ترسیم مسیر شکسته.....
۱۲۱	پیوست.....
۱۲۲	پیوست ۱: دسترسی.....
۱۲۲	۴ - ۴ - دسترسی.....
۱۲۲	۴-۴-۱- مدیریت دسترسی.....
۱۲۲	۴-۴-۲- کنترل دسترسی.....
۱۲۳	۴-۴-۳- انواع دسترسی.....
۱۲۳	۴-۴-۴- محل و تعداد دسترسی‌های اختصاصی.....
۱۲۴	۴-۴-۵- راه جانبی.....
۱۲۶	پیوست ۲: منظرآرایی.....
۱۲۶	۴ - ۹ - منظرآرایی.....
۱۲۶	۴ - ۹ - ۲- نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه.....
۱۲۸	پیوست ۳: ساخت مرحله‌ای و گسترش آتی راه‌ها و اتصال آن به راه‌های موجود.....
۱۲۸	۴-۶- ساخت مرحله‌ای راه‌ها و اتصال آن به راه‌های موجود.....
۱۲۸	۴-۶-۱- مطالعه مسیر با بررسی امکان اتصال آن به راه‌های موجود.....
۱۲۸	۴-۶-۲- مطالعه مسیر با امکان توسعه خط‌های عبور.....
۱۳۱	پیوست ۴: خودرو طرح.....
۱۳۱	۴-۲-۲- حداقل مسیر گردش برای خودروهای طرح.....
۱۳۸	پیوست ۵: تأسیسات جانبی راه.....
۱۳۸	۴-۷- تأسیسات جانبی راه.....
۱۳۸	۴-۷-۱- مجتمع‌های خدماتی و رفاهی.....
۱۳۹	۴-۷-۲- توقفگاه.....
۱۳۹	۴-۷-۳- محل استراحت.....
۱۴۰	۴-۷-۴- ایستگاه‌های اتوبوس.....
۱۴۱	۴-۷-۵- پاسگاه‌های پلیس.....
۱۴۱	۴-۷-۶- راهدار خانه‌ها.....
۱۴۱	۴-۷-۷- ایستگاه‌های اخذ عوارض.....

۱۴۲	۴-۷-۸- بازشوهای اضطراری.....
۱۴۲	۴-۷-۹- گذرهای غیر همسطح.....
۱۴۲	۴-۷-۱۰- دوربرگردان غیرهم سطح.....
۱۴۲	۴-۷-۱۱- مراکز امداد.....
۱۴۳	تمرینات آخر فصل.....
۱۴۸	منابع.....
۱۴۹	فصل سوم: نقشه‌های راه.....
۱۵۰	مقدمه.....
۱۵۱	۱- پلان راه.....
۱۵۴	۲- پروفیل طولی راه.....
۱۶۰	۳- پروفیل عرضی راه.....
۱۶۰	۳-۱- تعریف پروفیل عرضی.....
۱۶۱	۳-۲- تعریف پروفیل عرضی تپ.....
۱۶۲	۳-۳- اجزای پروفیل عرضی.....
۱۶۲	۳-۳-۱- سواره‌رو.....
۱۶۶	۳-۳-۲- شانه راه.....
۱۶۹	۳-۳-۳- میانه راه.....
۱۷۳	۳-۴- حریم راه.....
۱۷۴	۳-۵- شیروانی.....
۱۸۰	۳-۶- نهر جانبی و آماس.....
۱۸۱	۳-۴- انواع پروفیل‌های عرضی.....
۱۸۳	۳-۵- نحوه رسم پروفیل عرضی.....
۱۸۵	پیوست‌ها.....
۱۸۶	پیوست ۱: شیب طولی.....
۱۸۶	۵-۳-۲- شیب طولی.....
۱۸۹	پیوست ۲: طول بحرانی شیب.....
۱۸۹	۵-۳-۳- طول بحرانی شیب.....
۱۹۱	پیوست ۳: تعداد خطوط و عرض سواره‌رو.....
۱۹۱	۶-۲-۱- تعداد خطوط و عرض سواره‌رو.....
۱۹۷	پیوست ۴: شیب عرضی سواره‌رو.....
۱۹۷	۶-۲-۲- شیب عرضی سواره‌رو.....
۱۹۹	پیوست ۵: شانه.....
۱۹۹	۶-۳-۳- شانه.....
۲۰۰	پیوست ۶: میانه.....

۲۰۰	۶-۸- میانہ.....
۲۰۰	۶-۸- ۱- کلیات.....
۲۰۱	پیوست ۷: عرض میانہ.....
۲۰۱	۶-۸- ۲- عرض میانہ.....
۲۰۴	پیوست ۸: جدول و انواع آن.....
۲۰۴	۶-۱۵- جدول.....
۲۰۵	۶-۱۵- ۱- انواع جدول.....
۲۰۹	پیوست ۹: حفاظ‌های ایمنی.....
۲۰۹	۶-۱۳- حفاظ‌های ایمنی.....
۲۰۹	۶-۱۳- ۱- ۳- طبقه‌بندی بر اساس کاربرد.....
۲۱۰	۶-۱۳- ۲- کاربرد حفاظ.....
۲۱۲	پیوست ۱۰: محصور کردن آزادراه.....
۲۱۲	۱- آزادراه چیست؟.....
۲۱۲	۲- روش محصور کردن آزادراه‌ها.....
۲۱۲	۲-۱- دیوار پیش ساخته بتنی.....
۲۱۳	۲-۲- فنس.....
۲۱۵	۳- محصور کردن آزادراه‌ها.....
۲۱۷	۴- پیشنهاد اجرایی.....
۲۱۷	پیوست ۱۱: اندازه شیب شیروانی.....
۲۱۷	۶-۷- ۲- اندازه شیب شیروانی.....
۲۱۹	پیوست ۱۲: آماس و نهر جانبی.....
۲۱۹	۶-۴- آماس و نهر جانبی.....
۲۱۹	۶-۴- ۱- آماس (جدول آسفالتی).....
۲۱۹	۶-۴- ۲- نهر جانبی (جوی کناری).....
۲۲۱	منابع.....
۲۲۳	فصل چهارم: محاسبات حجم عملیات خاکی و منحنی برونکر.....
۲۲۴	مقدمه.....
۲۲۵	۱- مفاهیم به کار رفته در عملیات خاکی.....
۲۲۸	۲- خاکریزی و خاکبرداری.....
۲۲۹	۲-۱- شیب شیروانی خاکریزها.....
۲۳۱	۳- محل مقاطع (نیمرخ‌های عرضی).....
۲۳۱	۴- محاسبه مساحت مقاطع عرضی مسیر راه.....
۲۳۲	۴-۱- روش هندسی.....
۲۳۳	۴-۲- روش مختصات.....

- ۲۳۵ ۳-۴- روش ترسیم
- ۲۳۵ ۴-۴- روش تبدیل به سطوح کوچکتر
- ۲۳۶ ۵-۴- روش پرگار
- ۲۳۶ ۶-۴- روش شمارش خانه‌های شطرنجی
- ۲۳۶ ۷-۴- روش استفاده از کامپیوتر
- ۲۳۷ ۵- تیپ‌های مختلف مقاطع عرضی
- ۲۳۸ ۶- محاسبه حجم عملیات خاکی
- ۲۴۲ ۷- محاسبه حجم کل عملیات خاکی در پروژه
- ۲۴۵ ۷-۱- محاسبه حجم عملیات خاکی بین دو مقطع یک و دو
- ۲۴۶ ۸- حمل خاک
- ۲۴۶ ۸-۱- عزم حمل و فاصله حمل متوسط
- ۲۴۷ ۹- منحنی بروکنر
- ۲۵۰ ۹-۱- طریقه رسم منحنی بروکنر
- ۲۵۰ ۹-۲- روش‌های ترسیم خط پخش بهینه
- ۲۵۲ ۹-۲-۱- محل قرضه یا دیو در انتهای پروژه واقع شده است
- ۲۵۳ ۹-۲-۲- محل قرضه یا دیو در ابتدای پروژه واقع شده است
- ۲۵۳ ۹-۲-۳- محل قرضه یا دیو در حد فاصل ابتدا و انتهای پروژه واقع شده است
- ۲۵۴ ۹-۲-۴- در حد فاصل ابتدا و انتهای پروژه چند محل قرضه یا دیو واقع شده است
- ۲۵۵ ۹-۳- اصلاح منحنی بروکنر براساس فاصله جانبی محل‌های قرضه و دیو
- ۲۵۶ ۹-۴- سایر خصوصیات منحنی بروکنر به شرح زیر است
- ۲۵۹ حل چند مثال تکمیلی
- ۲۶۷ تمرینات آخر فصل
- ۲۷۳ منابع
- ۲۷۴ فصل پنجم: قوس دایره‌ای ساده**
- ۲۷۵ مقدمه
- ۲۷۵ ۱- قوس دایره‌ای ساده
- ۲۷۶ ۱-۱- راس یا سومه (P.I یا S یا V)
- ۲۷۶ ۱-۲- زاویه تقاطع (Δ)
- ۲۷۷ ۱-۳- نقطه شروع قوس (P.C) و نقطه پایان قوس (P.T)
- ۲۷۷ ۱-۴- طول مماس یا طول تانژانت (T)
- ۲۷۷ ۱-۵- طول قوس (L)
- ۲۷۸ ۱-۶- طول وتر بزرگ (C یا C)
- ۲۷۹ ۱-۷- فاصله بیرونی یا خارجی (E یا B.D)
- ۲۷۹ ۱-۸- فاصله میانی یا متوسط (M)

- ۹-۱- درجه قوس (D) ۲۷۹
- ۲- تعیین اجزای نامعلوم قوس با توجه به قسمت‌های معلوم ۲۸۱
- ۲-۱- تعیین طول قوس (L) با فرض معلوم بودن Δ درجه قوس و طول وتر بزرگ Lc ۲۸۱
- ۲-۲- تعیین طول قوس (L) با فرض معلوم بودن درجه قوس (D) و زاویه تقاطع (Δ) ۲۸۳
- ۲-۳- تعیین شعاع قوس (R) با فرض معلوم بودن درجه قوس (D) ۲۸۳
- ۲-۴- تعیین فاصله خارجی (E) و طول تانژانت (T) با فرض معلوم بودن شعاع (R) و زاویه تقاطع (Δ) ۲۸۳
- ۲-۵- تعیین طول قوس (L)، طول تانژانت (T) و فاصله خارجی (E) با فرض معلوم بودن درجه قوس (D) و زاویه تقاطع (Δ) ۲۸۴
- ۳- پیاده کردن قوس به روش زاویه انحراف یا زاویه ظلّی ۲۸۴
- ۴- طراحی قوس برای عبور از نقطه‌ای ثابت و مشخص ۲۸۸
- ۵- تاثیر کاهش درجه قوس در کاهش طول مسیر ۲۹۰
- ۶- تعریض در قوس افقی ۲۹۱
- ۷- مراحل طراحی قوس دایره‌ای ساده ۲۹۲
- ۷-۱- مشخص کردن Δ ۲۹۲
- ۷-۲- تعیین سرعت طرح (V) ۲۹۲
- ۷-۳- تعیین دور یا بریلندی در قوس ۲۹۳
- ۷-۴- تعیین ضریب اصطکاک بین لاستیک و سطح جاده (f) ۲۹۶
- ۷-۵- تعیین حداقل شعاع قوس‌های دایره‌ای ساده ۲۹۶
- ۷-۶ - کنترل حداقل و حداکثر طول قوس افقی ۲۹۸
- ۸- روشی ساده برای ترسیم قوس دایره‌ای ساده ۲۹۸
- ۸-۱- محاسبه طول مماس (T) ۲۹۸
- ۸-۲- تبدیل طول مماس و شعاع به مقیاس نقشه ۲۹۹
- ۸-۳- مشخص کردن نقطه شروع قوس (P.C) ۲۹۹
- ۸-۳- مشخص کردن نقطه پایان قوس (P.T) ۲۹۹
- ۸-۴- رسم شعاع قوس ۲۹۹
- ۸-۵- رسم قوس ۳۰۰
- ۹- قوس‌های سهمی ۳۰۰
- روابط قوس افقی دایره‌ای در یک نگاه ۳۰۱
- پیوست ۳۰۲
- پیوست ۱: سرعت طرح ۳۰۳
- ۴ - ۳- سرعت طرح ۳۰۳
- ۴ - ۳- ۱- انتخاب سرعت طرح ۳۰۳
- ۴ - ۳- ۱- ۱- سرعت طرح در تونل‌ها ۳۰۵

۳۰۶.....	پیوست ۲: تعریض در قوس افقی
۳۰۶.....	۵-۲-۱-۸- تعریض در قوس افقی
۳۱۱.....	حل چند مثال تکمیلی
۳۲۹.....	تمرینات آخر فصل
۳۳۳.....	منابع
۳۳۵.....	فصل ششم: قوس‌های قائم
۳۳۶.....	مقدمه
۳۳۷.....	۱- تعیین طول خم قوس قائم گنبدی
۳۳۹.....	۲- تعیین طول خم قوس قائم کاسه‌ای
۳۴۱.....	۳- اجزاء، روابط و نحوه پیاده کردن قوس‌های قائم بر روی پروفیل طولی
۳۴۳.....	۴- معادله قوس سهمی قائم درجه دو متقارن
۳۴۶.....	حل چند مثال دیگر
۳۵۳.....	تمرینات آخر فصل
۳۵۸.....	منابع
۳۵۹.....	فصل هفتم: قوس اتصال یا پیوندی (کلوتوئید)
۳۶۰.....	۱- مقدمه
۳۶۱.....	۲- مزایای استفاده از قوس‌های اتصال
۳۶۲.....	۳- حداقل طول لازم برای قوس کلوتوئید
۳۶۳.....	۴- معادله عمومی قوس‌های اتصال
۳۶۴.....	۴-۱- معادلات کلی قوس‌های کلوتوئید
۳۶۸.....	۵- اجزای قوس کلوتوئید
۳۷۰.....	۶- مختصات نقاط در قوس کلوتوئید
۳۷۰.....	۶-۱- مختصات هر نقطه (X_i, Y_i) روی منحنی کلوتوئید
۳۷۰.....	۶-۲- مختصات نقطه شروع قوس دایره‌ای (X, Y)
۳۷۱.....	۶-۳- مختصات نقطه مرکز قوس دایره‌ای (X, Y)
۳۷۲.....	۷- انواع سیستم‌های قوس کلوتوئید
۳۷۶.....	پیوست‌ها
۳۷۷.....	پیوست ۱: قوس افقی اتصال تدریجی (کلوتوئید)
۳۷۷.....	۵- ۲- ۱- ۵- قوس افقی اتصال تدریجی (کلوتوئید)
۳۷۹.....	حل چند مثال تکمیلی
۳۸۵.....	تمرینات آخر فصل
۳۸۸.....	منابع
۳۸۹.....	فصل هشتم: قوس‌های مرکب
۳۹۰.....	مقدمه

- ۱- قوس دایره‌ای مرکب دو مرکزی..... ۳۹۰
- ۱-۱- مفهوم قوس دایره‌ای مرکب دو مرکزی..... ۳۹۰
- ۱-۲- اجزای اصلی قوس دایره‌ای مرکب دو مرکزی..... ۳۹۳
- ۱-۲-۱- نقطه راس قوس (S)..... ۳۹۳
- ۱-۲-۲- زاویه انحراف قوس (Δ)..... ۳۹۴
- ۱-۲-۳- نقاط سومه قوس اول و دوم (S_1 و S_2)..... ۳۹۴
- ۱-۲-۴- نقطه اتصال دو قوس دایره‌ای ساده (J یا PCC)..... ۳۹۵
- ۱-۲-۵- مماس مشترک (C یا S_1S_2)..... ۳۹۶
- ۱-۲-۶- طول مماس بزرگتر (T_a) مماس کوچکتر (T_b)..... ۳۹۷
- ۱-۲-۷- طول قوس دایره‌ای مرکب دو مرکزی (L)..... ۳۹۸
- ۱-۳- محاسبه کیلومترژ در قوس دایره‌ای مرکب دو مرکزی..... ۴۰۰
- ۱-۴- حل سوالات قوس دایره‌ای مرکب دو مرکزی..... ۴۰۲
- ۱-۴-۱- روش برداری..... ۴۰۳
- ۱-۴-۲- روش هندسی..... ۴۰۴
- ۲- قوس دایره‌ای مرکب سه مرکزی..... ۴۰۵
- ۱-۲- مفهوم قوس دایره‌ای مرکب سه مرکزی..... ۴۰۵
- ۱-۲-۲- اجزای اصلی قوس دایره‌ای مرکب سه مرکزی..... ۴۰۶
- ۱-۲-۲- زاویه انحراف کل قوس (Δ)..... ۴۰۶
- ۱-۲-۲- طول کل قوس (L)..... ۴۰۶
- ۱-۲-۳- طول مماس بزرگ (T_a) و طول مماس کوچک (T_b)..... ۴۰۶
- ۱-۳- محاسبه کیلومترژ در قوس دایره‌ای مرکب سه مرکزی..... ۴۰۷
- ۱-۴- حل سوالات قوس دایره‌ای مرکب سه مرکزی به روش برداری..... ۴۰۸
- ۱-۴-۲- روش برداری..... ۴۰۹
- ۳- قوس دایره‌ای مرکب معکوس..... ۴۱۰
- ۱-۳- مفهوم قوس دایره‌ای مرکب معکوس..... ۴۱۱
- ۱-۳-۲- قوس دایره‌ای معکوس بین دو مماس موازی..... ۴۱۲
- ۱-۳-۳- قوس دایره‌ای معکوس بین دو مماس غیر موازی..... ۴۱۳
- ۱-۳-۳- روش برداری..... ۴۱۴
- ۱-۳-۳- روش هندسی..... ۴۱۴
- ۴- قوس سرپانتین..... ۴۱۵
- حل چند مثال تکمیلی..... ۴۱۹
- تمرینات آخر فصل..... ۴۲۸
- منابع..... ۴۳۱

فصل نهم: ابنیه فنی..... ۴۳۳

- ۴۳۴ مقدمه
- ۱- ۴۳۴ پل‌ها
- ۱-۱- ۴۳۵ اجزای تشکیل دهنده پل
- ۱-۲- ۴۳۷ انواع پل‌ها
- ۱-۲-۱- ۴۳۷ انواع پل بر اساس تعداد دهانه
- ۱-۲-۲- ۴۳۸ انواع پل بر اساس نوع ترافیک عبوری
- ۱-۲-۳- ۴۳۸ انواع پل بر اساس موقعیت ترافیک
- ۱-۲-۴- ۴۳۹ انواع پل بر اساس نوع مصالح و شیوه ساخت
- ۱-۲-۵- ۴۳۹ انواع پل بر اساس روش ساخت
- ۱-۲-۶- ۴۴۰ انواع پل بر اساس سیستم سازه‌ای
- الف - ۴۴۰ پل‌های تیری
- ب - ۴۴۱ پل‌های قوسی
- ج - ۴۴۲ پل‌های کابلی
- د - ۴۴۳ پل‌های معلق
- ۱-۳- ۴۴۵ مشخصات هندسی پل‌های راه
- ۱-۳-۱- ۴۴۵ عرض و دهانه پل
- ۱-۳-۲- ۴۴۶ شیب عرضی
- ۱-۳-۳- ۴۴۶ ارتفاع آزاد
- ۱-۳-۴- ۴۴۷ نرده پل
- ۱-۳-۵- ۴۴۷ میانه
- ۲- ۴۴۸ تونل‌ها
- ۱-۲- ۴۴۸ انواع تونل‌های راه
- ۱-۱-۲- ۴۴۸ انواع تونل بر اساس شکل مقطع
- ۱-۲- ۴۴۸ انواع تونل بر اساس نوع مسیر راهی که در آن تونل ساخته می‌شود
- ۲-۲- ۴۴۹ انتخاب و اکتشاف تونل‌های مسیر راه
- ۲-۳- ۴۵۰ مشخصات هندسی تونل‌های راه
- ۲-۳-۱- ۴۵۰ شیب طولی
- ۲-۳-۲- ۴۵۱ نیمرخ عرضی
- ۲-۳-۳- ۴۵۲ شانه
- ۲-۳-۴- ۴۵۴ پیاده‌رو
- ۲-۳-۵- ۴۵۴ توقف‌گاه اضطراری
- ۲-۳-۶- ۴۵۶ ارتفاع
- ۲-۳-۷- ۴۵۶ سواره‌رو

۴۵۷	..... ۲-۳-۸- شیب عرضی
۴۵۷	..... ۲-۴- مسیر تونل‌های راه در پلان (راستای افقی)
۴۵۹	..... ۲-۴-۱- فاصله دید توقف برای تونل‌های راه
۴۵۹	..... ۳- دیوار حائل
۴۶۰	..... پیوست
۴۶۱	..... پیوست ۱: دیوارهای حائل
۴۶۱	..... ۶- ۱۱- ۲- انواع دیوارهای حایل
۴۶۱	..... الف- دیوار حایل وزنی
۴۶۱	..... ب- دیوار حایل طره‌ای
۴۶۱	..... پ- دیوار حایل با پشت بند
۴۶۲	..... ت- دیوار حایل صندوقه‌ای
۴۶۲	..... ث- خاک مسلح
۴۶۵	..... ۶- ۱۱- ۳- منظر آرایبی دیوارهای حایل
۴۶۵	..... ۶- ۱۱- ۴- استفاده از حفاظ در دیوار حایل
۴۶۵	..... ۶- ۱۱- ۵- زهکشی دیوار حایل
۴۶۵	..... ۶- ۱۱- ۶- فاصله جانبی دیوار از راه
۴۶۶	..... منابع

فصل دهم: تخلیه آب‌ها و کنترل سیلاب‌ها ۴۶۷

۴۶۸	..... مقدمه
۴۶۸	..... ۱- اثر آب بر عملکرد روسازی و زیرسازی مسیر راه
۴۶۹	..... ۲- انواع زهکشی و تخلیه آب‌ها از مسیر راه
۴۶۹	..... ۲-۱- زهکشی آب‌های سطحی
۴۶۹	..... ۲-۲- زهکشی آب‌های زیرزمینی
۴۶۹	..... ۳- خصوصیات آب و هوایی جهت تخمین آب‌های سطحی
۴۷۰	..... ۴- شیب راه جهت تخلیه آب‌های سطحی
۴۷۱	..... ۵- سیلاب طرح
۴۷۱	..... ۵-۱- دبی سیلاب طرح
۴۷۱	..... ۵-۲- انتخاب دوره بازگشت سیلاب طرح برای پل‌ها و آبروها
۴۷۳	..... ۶- شدت بارندگی
۴۷۳	..... ۷- خصوصیات حوزه آبخیز
۴۷۳	..... ۷-۱- مساحت حوزه آبخیز
۴۷۳	..... ۷-۲- شکل حوزه آبخیز
۴۷۴	..... ۷-۳- شیب حوزه آبخیز
۴۷۴	..... ۷-۴- نوع زمین و پوشش گیاهی

۴۷۴	۵-۷- نگهداشت سطحی حوزه آبخیز.....
۴۷۴	۸- رواناب سطحی.....
۴۷۴	۸-۱- برآورد دبی رواناب سطحی.....
۴۷۵	۹- زمان تمرکز.....
۴۷۶	تعیین ضریب رواناب برای دوره‌های بازگشت حداکثر 10 سال.....
۴۸۰	۱۰-۱- ابنیه فنی جمع‌آوری و هدایت آب.....
۴۸۱	۱۰-۱-۱- آبروها.....
۴۸۱	۱۰-۱-۱-۱- انواع آبروها.....
۴۸۲	۱۰-۱-۲- طراحی هیدرولیکی آبروها.....
۴۸۳	۱۰-۱-۳- قطر و طول آبروهای لوله‌ای.....
۴۸۳	۱۰-۲- کانال‌ها.....
۴۸۳	۱۰-۲-۱- طراحی هیدرولیکی کانال.....
۴۸۵	۱۰-۲-۲- انواع مقطع کانال.....
۴۸۶	۱۰-۲-۳- عوامل موثر در سرعت آب در کانال.....
۴۸۷	۱۰-۲-۴- محاسبه سرعت آب در کانال.....
۴۸۹	منابع.....
۴۹۱	فصل یازدهم: مراحل انجام پروژه راه به صورت دستی.....
۴۹۲	مقدمه.....
۴۹۳	صورت پروژه.....
۴۹۴	عملیات مورد نیاز برای ارائه پروژه.....
۴۹۴	الف) فاز ۱.....
۴۹۶	مدارکی و گزارشاتی که بایستی در گزارش فاز ۱ ارائه گردد:.....
۴۹۶	نقشه‌هایی که می‌بایست به همراه گزارش فاز ۱ ارائه گردد:.....
۴۹۷	ب) فاز ۲.....
۴۹۸	مدارکی و گزارشاتی که بایستی در گزارش فاز ۲ ارائه گردد:.....
۴۹۸	نقشه‌هایی که می‌بایست به همراه گزارش فاز ۲ ارائه گردد:.....
۴۹۹	در روند مطالعات قسمت‌های ذیل باید اضافه گردد:.....
۵۰۱	روند انجام کار به شکل زیر به دوازده مرحله تقسیم می‌شود:.....
۵۰۲	۱- مشخصات و اطلاعات اولیه پروژه.....
۵۰۲	۱-۱- نوع منطقه.....
۵۰۳	۱-۲- نوع راه.....
۵۰۳	۱-۳- عرض شانه راه.....
۵۰۴	۱-۵- عرض سواره‌رو راه.....
۵۰۴	۱-۶- سرعت طرح.....

- ۷-۱- شیب طولی ۵۰۵
- ۸-۱- شیب عرضی سوارهرو ۵۰۶
- ۹-۱- شیب عرضی شانه راه ۵۰۶
- ۱۰-۱- دور یا بربلندی ۵۰۶
- ۱۱-۱- ضریب اصطکاک جانبی ۵۰۶
- ۲- نقشه توپوگرافی ۵۰۶
- ۳- مسیر یابی ۵۰۷
- ۳-۱- تعیین حداقل طول لازم جهت عبور مسیر راه از یک تراز به تراز مجاور در نقشه توپوگرافی ۵۰۷
- ۳-۲- ترسیم مسیر راه ۵۰۸
- ۴- طراحی قوس‌های افقی و رسم پلان مسیر راه ۵۰۹
- ۴-۱- محاسبات طراحی قوس افقی ۵۱۰
- ۴-۲- ترسیم پلان مسیر راه همراه با قوس‌های افقی آن ۵۱۲
- ۵- دور (بربلندی) در قوسهای افقی ۵۱۴
- ۶- محاسبه اضافه راه (تعریض) در قوس‌های افقی ۵۱۴
- ۷- ترسیم پروفیل طولی محور راه ۵۱۵
- ۷-۱- ترسیم خط طبیعی زمین ۵۱۷
- ۷-۲- ترسیم خط پروژه ۵۱۷
- ۸- طراحی و ترسیم قوس‌های قائم ۵۱۸
- ۸-۱- طول افقی قوس قائم محدب ۵۲۰
- ۸-۲- طول افقی قوس افقی مقعر ۵۲۱
- ۹- ترسیم مقاطع عرضی راه ۵۲۲
- ۱۰- منحنی بروکنر ۵۲۷
- ۱۱- طراحی ابنیه فنی ۵۳۰
- ۱۱-۱- تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح ۵۳۱
- ۱۱-۲- تعیین دبی سیلاب طرح ۵۳۱
- ۱۱-۲-۱- تعیین ضریب رواناب سطحی ۵۳۲
- ۱۱-۲-۱-۱- تعیین متوسط شدت بارش ۵۳۴
- ۱۱-۲-۳- تعیین مساحت حوضه آبرگیر ۵۳۴
- ۱۱-۳- انتخاب و طراحی هیدرولیکی آبروها ۵۳۵
- ۱۱-۳-۱- انتخاب آبروها ۵۳۵
- ۱۲- طراحی روسازی راه ۵۳۸
- ۱۲-۱- بستر روسازی ۵۳۸
- ۱۲-۲- زیر اساس ۵۳۹

- ۵۴۰ ۱۲-۳-اساس
- ۵۴۱ ۱۲-۴-قشرهای آسفالتی
- ۵۴۲ ۱۲-۵-مشخصات قیر مصرفی
- ۵۴۲ ۱۲-۶-آماده سازی بستر روسازی
- ۵۴۳ ۱۲-۶-۱-خاکریزها
- ۵۴۳ ۱۲-۶-۲-خاکبرداری‌ها
- ۵۴۳ ۱۲-۶-۳-تراکم بستر روسازی
- ۵۴۴ ۱۲-۷-عمر طراحی
- ۵۴۵ ۱۲-۸-عمر بهره‌برداری
- ۵۴۵ ۱۲-۹-محاسبات ترافیکی
- ۵۴۸ ۱۲-۱۰-ضریب رشد ترافیکی
- ۵۴۸ ۱۲-۱۰-۱-تعیین ضریب رشد ترافیکی
- ۵۴۹ ۱۲-۱۰-۲-محاسبه توزیع ترافیک در خط طرح
- ۵۵۰ ۱۲-۱۱-سطح قابلیت اطمینان و انحراف معیار
- ۵۵۰ ۱۲-۱۲-نشانه خدمت دهی و کاهش خدمت‌دهی روسازی در اثر ترافیک
- ۵۵۱ ۱۲-۱۳-تعیین ضریب برجهندگی موثر خاک روسازی
- ۵۵۱ ۱۲-۱۴-تعیین ضرایب ضخامت لایه‌های روسازی
- ۵۵۱ ۱۲-۱۴-۱-ضریب لایه زیر اساس
- ۵۵۱ ۱۲-۱۴-۲-ضریب لایه اساس شکسته
- ۵۵۲ ۱۲-۱۴-۳-ضریب لایه بتن آسفالتی
- ۵۵۲ ۱۲-۱۵-ضرایب زهکشی لایه‌های روسازی
- ۵۵۴ ۱۲-۱۶-محاسبه عدد سازهایی یا عدد ضخامت روسازی
- ۵۵۴ ۱۲-۱۷-تکرار محاسبات ترافیکی
- ۵۵۵ ۱۲-۱۸-تعیین ضخامت لایه‌های روسازی
- ۵۵۶ ۱۲-۱۹-کنترل محاسبات
- ۵۵۷ ۱۳-متره و برآورد
- ۵۵۷ ۱۳-۱-متره
- ۵۶۰ ۱۳-۲-برآورد
- ۵۶۲ شبیه‌ساز مسیر با نرم افزار Civil
- ۵۶۳ منابع

مقدمه

بسمه تعالی

با توکل به خداوند علیم و مهربان، پس از آنکه خلا وجود کتابی جامع، با نگاه عملیاتی و کاربردی در حوزه راهسازی احساس گردید، لازم بود تا دانشجویان این حوزه بتوانند با مراجعه به یک منبع واحد که در بردارنده استانداردها، آیین‌نامه‌ها و استدلال‌های علمی در حوزه راهسازی باشد، نیاز خود را در کمترین زمان و بالاترین کیفیت برطرف نمایند.

کتاب حاضر به منظور تدریس درس راهسازی و آشنایی دانشجویان مقطع کارشناسی با مفاهیم اساسی راهسازی و آیین‌نامه‌های مرتبط تهیه گردیده است. به جهت ارائه کاربردی و عملیاتی؛ موضوعات بصورت ساده و بدون تکلف، با چیدمان مناسب تدوین گردیده تا دانشجویان تحصیلات تکمیلی و مهندسان شاغل در این حوزه هم بتوانند از کتاب استفاده نمایند.

پس از ارائه کامل جزئیات مطالعات و طراحی مسیر راه در قالب ده فصل، در فصل یازدهم انجام یک پروژه راهسازی بطور دستی و با تمام جزئیات ارائه گردیده تا اولاً منطق نرم افزارها در طراحی راه مشخص گردد و همچنین دانشجویان عزیز روند کامل طراحی یک پروژه راه از صفر تا صد یعنی از مرحله پیشنهاد و مطالعه تا مرحله طراحی کامل و ارائه نقشه مسیر، پلان، پروفیل طولی، مقاطع عرضی، متره و برآورد و... را مشاهده نمایند. در خلال ارائه بحث‌ها مثال‌هایی برای کمک به درک بیشتر مطالب گنجانده شده است. همچنین در پایان هر فصل مثال‌های حل شده برای عمق بخشی بیشتر مطالب و تمرین‌هایی جهت پاسخگویی دانشجویان و سنجش میزان یادگیری آنها قرار داده شده است.

امید است کتاب حاضر برای دانشجویان و مهندسين مفید واقع گردد و در جهت آموزش و حل سوالات علمی موثر بوده و مرقومه‌ای باشد هرچند کوچک برای کمک به قطار پرتراوت عرصه علم و سازندگی در سراسر کشور عزیزمان ایران.

ان شاءالله در آینده‌ای نه چندان دور، بتوان بخش‌های مورد نیاز دیگر همچون بررسی‌های اقتصادی در احداث یک راه، تقاطع‌های غیر همسطح و ... را به بخش‌های مختلف کتاب اضافه کرده و تقدیم جامعه فرهیخته دانشگاهیان و مهندسان نماییم.

حسین زنجیرانی فراهانی

سجاد شادمان