



## محاسبات دستی و گام به گام پروژه طرح هندسی راه (پروژه راهسازی)

ویژه دانشجویان مهندسی عمران برای انجام پروژه طرح هندسی راه



مولفان:

مهندس سید امیرحسین مرتضوی

مهندس سید بهنام زمانپور



سرشناسه:  
عنوان و نام پدیدآور:  
مشخصات نشر:  
مشخصات ظاهری:  
شابک:  
وضعیت فهرست نویسی:  
یادداشت:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
شناسه افزوده:  
رده بندی کنگره:  
رده بندی دیویی:  
شماره کتابشناسی ملی:  
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

مرتضوی، سیدامیرحسین، ۱۳۷۲ تیر -  
محاسبات دستی و گام به گام پروژه طرح هندسی راه (پروژه راهسازی) ویژه دانشجویان مهندسی عمران برای  
انجام پروژه طرح هندسی راه / مولفان سیدامیرحسین مرتضوی، سیدبهنام زمانپور.  
تهران: نوآور، ۱۴۰۰.  
ص. ۲۲۰  
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۹-۲  
فیبا  
کتابنامه: ص. ۲۲۰.  
راهسازی -- Design and construction -- Roads  
راهها -- نقشه برداری پیمایشی -- Surveying -- Roads  
راهها -- نقشه کشی -- طراحی به کمک کامپیوتر  
Roads -- Computer-aided design -- Drawings --  
زمانپور، سیدبهنام، ۱۳۷۰-  
۱۷۵TE  
۷۲/۶۲۵  
۸۷۳۲۵۵۱  
فیبا

## محاسبات دستی و گام به گام پروژه طرح هندسی راه (پروژه راهسازی)

مولفان: سید امیرحسین مرتضوی و سید بهنام زمانپور

ناشر: نوآور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۹-۲



نشر نوآور

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸  
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر  
نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل  
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع  
انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا  
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام  
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

🌐 [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com) 📍 [Splus.ir/noavarpub](http://Splus.ir/noavarpub) 📧 [Eitaa.ir/noavarpub](mailto:Eitaa.ir/noavarpub) 📧 <https://telegram.me/noavarpub>

## فهرست مطالب

۷	پیشگفتار.....
۹	مقدمه.....
۱۱	گام ۱- بررسی و تهیه نقشه توپوگرافی.....
۱۱	گام ۱-۱- تعریف نقشه توپوگرافی.....
۱۱	گام ۱-۲- تعریف منحنی میزان (خطوط تراز).....
۱۲	گام ۱-۲-۱- انواع منحنی میزان.....
۱۲	گام ۱-۳- تهیه نقشه توپوگرافی.....
۱۴	گام ۲- مشخص نمودن نوع راه و نقاط مبدأ، مقصد و نقاط اجباری میانی.....
۱۵	گام ۳- تبدیل مقیاس نقشه و محاسبه دقت نقشه (خطای مجاز نقشه).....
۱۵	گام ۱-۳- تبدیل مقیاس نقشه.....
۱۶	گام ۲-۳- محاسبه دقت نقشه (خطای مجاز نقشه).....
۱۶	گام ۴- تعیین شیب منطقه (i).....
۱۷	گام ۱-۴- تعیین شیب بین دو نقطه AB (i <sub>AB</sub> ).....
۱۸	گام ۲-۴- تعیین شیب بین دو نقطه BC (i <sub>BC</sub> ).....
۱۹	گام ۳-۴- تعیین شیب عمومی (شیب میانگین) منطقه (i <sub>ave</sub> ).....
۱۹	گام ۵- طبقه‌بندی راه بر اساس وضعیت پستی و بلندی منطقه.....
۲۰	گام ۶- تعیین سرعت طرح (V).....
۲۱	گام ۷- تعیین حداکثر شیب طولی مسیر (i <sub>max</sub> ).....
۲۲	گام ۸- تعیین طول مبنا (طول دهانه پرگار).....
۲۳	گام ۹- قوانین پرگار زنی، رسم مسیر شکسته و تعیین مسیر نهایی واریانت‌ها.....
۲۳	گام ۱-۹- قوانین پرگار زنی و رسم مسیر شکسته.....
۲۴	گام ۲-۹- تعیین مسیر نهایی واریانت‌ها.....
۲۵	گام ۱۰- تصمیم‌گیری در انتخاب نوع قوس افقی.....
۲۵	گام ۱-۱۰- تعریف قوس افقی.....
۲۵	گام ۲-۱۰- انواع قوس افقی.....
۲۶	گام ۳-۱۰- انتخاب قوس افقی.....
۲۶	گام ۱۱- تعیین حداکثر برابندی (دور).....
۲۷	گام ۱۲- تعیین ضریب اصطکاک جانبی (f <sub>max</sub> ).....
۲۸	گام ۱۳- تعیین شعاع قوس (R).....
۲۸	گام ۱۴- طراحی قوس اتصال کلوتوئیدی.....
۲۹	گام ۱-۱۴- انواع قوس اتصال کلوتوئیدی.....
۳۰	گام ۱۵- تعیین زاویه انحراف (Δ).....
۳۰	گام ۱۶- تعیین طول قوس اتصال تدریجی (L <sub>s</sub> ).....
۳۱	گام ۱۷- محاسبه زاویه رأس کل شاخه قوس اتصال تدریجی (θ <sub>s</sub> ).....
۳۱	گام ۱۸- محاسبه مختصات نقطه خاتمه قوس اتصال تدریجی (X <sub>s</sub> , Y <sub>s</sub> ).....

- گام ۱۹- محاسبه مقدار شیف (P) و مقدار (K) ..... ۳۱
- گام ۲۰- تعیین طول مماس کل قوس اتصال کلوئیدی ( $T_s$ ) ..... ۳۲
- گام ۲۱- تنظیم جدول پیاده‌سازی قوس اتصال تدریجی ..... ۳۲
- گام ۲۲- مشخص نمودن تعداد خطوط و عرض سواره‌رو ..... ۳۳
- گام ۲۳- مشخص نمودن عرض شانه راه ..... ۳۵
- گام ۲۴- مشخص نمودن عرض میانه (رفیوژ) راه ..... ۳۶
- گام ۲۵- محاسبه میزان اضافه عرض در قوس افقی ..... ۳۷
- گام ۲۶- تعیین فواصل بین ایستگاه‌ها ..... ۴۰
- گام ۲۷- پیاده نمودن (رسم) مسیر نهایی بر روی پلان ..... ۴۰
- گام ۲۸- ترسیم پروفیل طولی راه ..... ۴۶
- گام ۲۹- تنظیم جدول مشخصات پروفیل طولی ..... ۴۶
- گام ۳۰- تکمیل قسمت‌های شماره ایستگاه‌ها، فواصل بین ایستگاه‌ها و کیلومترگذاری جدول مشخصات پروفیل طولی ..... ۴۸
- گام ۳۱- برداشت نقاط ارتفاعی آکس محور طولی راه و ترسیم خط زمین طبیعی ..... ۴۹
- گام ۳۲- تعیین شیب عرضی سواره‌رو ..... ۵۲
- گام ۳۳- تعیین شیب عرضی شانه راه ..... ۵۳
- گام ۳۴- تعیین شیب عرضی میانه راه (رفیوژ) ..... ۵۳
- گام ۳۵- تعیین طول تأمین برابندی ( $L$ ) ..... ۵۴
- گام ۳۵-۱- محاسبه طول حذف شیب مخالف ( $L_r$ ) ..... ۵۴
- گام ۳۵-۲- محاسبه طول شیب برابندی ( $L_r$ ) ..... ۵۵
- گام ۳۶- نحوه اعمال برابندی ..... ۶۰
- گام ۳۷- تکمیل قسمت‌های مؤلفه افقی (چپ‌گرد و راست‌گرد) و برابندی جدول مشخصات پروفیل طولی ..... ۶۲
- گام ۳۸- طراحی خط پروژه ..... ۶۳
- گام ۳۸-۱- تعریف خط پروژه ..... ۶۳
- گام ۳۸-۲- نکات مربوط به طراحی خط پروژه ..... ۶۳
- گام ۳۸-۳- ترسیم خط پروژه پروفیل طولی ..... ۶۶
- گام ۳۹- محاسبه شیب خط پروژه ..... ۶۸
- گام ۴۰- کنترل طرح خم و تصمیم‌گیری در انتخاب قوس قائم ..... ۶۸
- گام ۴۰-۱- تعریف قوس قائم ..... ۶۸
- گام ۴۰-۲- کنترل طرح خم ..... ۶۸
- گام ۴۰-۳- انواع قوس‌های قائم ..... ۶۹
- گام ۴۰-۴- انتخاب قوس قائم ..... ۶۹
- گام ۴۱- طراحی قوس قائم ..... ۷۰
- گام ۴۱-۱- تعیین طول قوس قائم گنبدی (محدب) و کاسه‌ای (مقعر) ..... ۷۰
- گام ۴۱-۲- محاسبات تکمیلی قوس قائم کاسه‌ای (مقعر) ..... ۷۱
- گام ۴۱-۲-۱- تنظیم جدول پیاده‌سازی قوس قائم کاسه‌ای (مقعر) ..... ۷۲
- گام ۴۱-۳- محاسبات تکمیلی قوس قائم گنبدی (محدب) ..... ۷۳
- گام ۴۱-۳-۱- تنظیم جدول پیاده‌سازی قوس قائم گنبدی (محدب) ..... ۷۴

گام ۴۲- ترسیم قوس قائم .....	۷۵
گام ۴۳- تکمیل جدول مشخصات پروفیل طولی .....	۷۷
گام ۴۴- طراحی ابنیه فنی .....	۷۸
گام ۴۴-۱- تعریف پل و آبرو .....	۷۸
گام ۴۴-۲- طراحی آبرو .....	۷۸
گام ۴۴-۲-۱- انواع آبروها .....	۷۸
گام ۴۴-۲-۲- نکات مربوط به آبروها .....	۷۸
گام ۴۴-۲-۳- محاسبات مربوط به طراحی آبرو .....	۷۹
گام ۴۵- جمع‌بندی پلان و پروفیل طولی .....	۸۵
گام ۴۶- طراحی روسازی راه .....	۸۸
گام ۴۶-۱- تعیین ترافیک طرح .....	۸۸
گام ۴۶-۲- تعیین سطح قابلیت اطمینان و انحراف معیار .....	۸۸
گام ۴۶-۳- محاسبه تغییرات نشانه خدمت‌دهی ( $\Delta PSI$ ) .....	۸۹
گام ۴۶-۴- تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر ( $M_r$ ) .....	۹۰
گام ۴۶-۵- تعیین ضرایب لایه‌های قشرهای روسازی .....	۹۱
گام ۴۶-۵-۱- تعیین ضریب قشر زیراساس ( $a_3$ ) .....	۹۱
گام ۴۶-۵-۲- تعیین ضریب قشر اساس ( $a_2$ ) .....	۹۲
گام ۴۶-۵-۳- تعیین ضریب قشر بتن آسفالتی ( $a_1$ ) .....	۹۳
گام ۴۶-۶- تعیین ضرایب زهکشی لایه‌های روسازی .....	۹۴
گام ۴۶-۷- تعیین عدد سازه‌ای روسازی (SN) .....	۹۵
گام ۴۶-۸- تعیین ضخامت لایه‌های روسازی .....	۹۶
گام ۴۶-۸-۱- کنترل ضخامت لایه‌های روسازی .....	۹۷
گام ۴۶-۸-۲- کنترل عدد سازه‌ای .....	۹۷
گام ۴۶-۹- جمع‌بندی طراحی روسازی .....	۹۸
گام ۴۷- مقاطع عرضی (نیمرخ عرضی) .....	۹۸
گام ۴۷-۱- تعیین عرض و ارتفاع نهر جانبی (جوی کناری یا قنو) .....	۱۰۱
گام ۴۷-۲- تعیین حریم راه .....	۱۰۲
گام ۴۷-۳- تعیین شیب شیروانی خاکبرداری و خاکریزی .....	۱۰۳
گام ۴۷-۳-۱- راه حل‌های پیشنهادی برای شیروانی‌های خاکریزی .....	۱۰۳
گام ۴۷-۳-۲- راه حل‌های پیشنهادی برای شیروانی‌های خاکبرداری .....	۱۰۳
گام ۴۷-۳-۳- نکات اجرایی شیب‌های شیروانی .....	۱۰۴
گام ۴۷-۳-۴- تعیین فاصله شروع شیروانی خاکبرداری از لبه جوی کناری (قنو) .....	۱۰۵
گام ۴۷-۴- برداشت نقاط ارتفاعی (کد ارتفاعی) هر ایستگاه .....	۱۰۵
گام ۴۷-۵- مراحل ترسیم مقاطع عرضی .....	۱۱۱
گام ۴۷-۵-۱- ترسیم خط پروژه پروفیل عرضی .....	۱۱۲
گام ۴۷-۵-۲- ترسیم روسازی راه .....	۱۱۵
گام ۴۷-۵-۳- ترسیم جوی کناری (قنو) .....	۱۱۵
گام ۴۷-۵-۴- ترسیم شیب شیروانی .....	۱۱۶

- گام ۴۷-۵-۵- ترسیم خط زمین طبیعی ..... ۱۱۷
- گام ۴۷-۶- ترسیم مقاطع عرضی و محاسبه سطح نیمرخ‌های عرضی ..... ۱۱۸
- گام ۴۸- محاسبه حجم عملیات خاکی و رسم منحنی بروکنر ..... ۱۳۹
- گام ۴۸-۱- روش‌های محاسبه حجم عملیات خاکی و رسم منحنی بروکنر ..... ۱۳۹
- گام ۴۸-۲- تعیین ضریب انقباض و ضریب تورم ..... ۱۴۱
- گام ۴۸-۲-۱- تعیین درصد انقباض خاک ..... ۱۴۱
- گام ۴۸-۲-۲- تعیین درصد تورم خاک ..... ۱۴۲
- گام ۴۸-۳- تنظیم و تکمیل جدول حجم عملیات خاکی ..... ۱۴۲
- گام ۴۸-۴- ترسیم منحنی بروکنر (دیاگرام توده) ..... ۱۵۳
- گام ۴۸-۵- خصوصیات منحنی بروکنر ..... ۱۵۵
- گام ۴۸-۵-۱- تعیین مناسب‌ترین محل خط توزیع در صورت عدم وجود محل قرضه یا دپو ..... ۱۵۷
- گام ۴۸-۵-۲- تعیین محل خط توزیع بهینه با توجه به محل قرضه و دپو ..... ۱۶۰
- گام ۴۸-۵-۳- علامت قرار دادی حمل خاک در منحنی بروکنر ..... ۱۶۳
- گام ۴۸-۵-۴- تعیین متوسط فاصله حمل خاک ..... ۱۶۳
- گام ۴۹- متره و برآورد ..... ۱۷۰
- گام ۴۹-۱- محاسبه متوسط سطح بستر خاکریزی و خاکبرداری و متوسط سطح شیروانی ترانشه ..... ۱۷۵
- گام ۴۹-۲- محاسبه حجم دکوپاژ (حجم خاک نباتی) ..... ۱۸۰
- گام ۴۹-۲-۱- محاسبه حجم خاک جانشین ..... ۱۸۱
- گام ۴۹-۳- محاسبه حجم کل خاکبرداری و حجم کل خاکریزی ..... ۱۸۱
- گام ۴۹-۴- محاسبه حجم خاک مورد نیاز از قرضه ..... ۱۸۱
- گام ۴۹-۵- محاسبه حجم کل آب مورد نیاز ..... ۱۸۲
- منابع و مآخذ ..... ۲۲۰

آیا تا کنون به عنوان یک مهندس عمران فکر کرده‌اید که یکی از مهمترین عوامل یادگیری نرم‌افزارهای مختص رشته تحصیلی خود، یادگیری روند طراحی دستی آن است؟ آیا تا بحال فکر کرده‌اید که برای یادگیری مفهومی تر نرم‌افزارهای مختص طراحی راه نظیر Land، 3D، Civil و سایر نرم‌افزارهای مرتبط نیازمند درک مفهومی از مفاهیم پایه و روند طراحی دستی است؟ همواره اعتقاد داشته‌ایم که یک مهندس طراح راه، ابتدا باید درک درستی از روند طراحی دستی راه و یادگیری نکات پایه‌ای آن داشته باشد تا به کمک آن‌ها، پیش زمینه‌ای برای فراگیری نرم‌افزارهای فوق پیدا کرده و بتواند یک طراحی اصولی و مهندسی ارائه نماید. بر مبنای این نگرش، کتابی متفاوت در زمینه طراحی دستی طرح هندسی راه (پروژه راهسازی) ارائه نموده و در آن تمامی نکات طراحی، گام به گام بر اساس ضوابط آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵) برای یک راه انجام و با نگاهی ریز بینانه شرح داده شده است.

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح شود و باعث هرچه پر بارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن شود.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

[info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com)



## ضرورت تألیف کتاب طراحی دستی طرح هندسی راه چه بوده است؟

ضرورت رشد و اعتلای بار علمی دانشگاه‌ها در حوزه علم مهندسی راه و ترابری از یک سو و نیازمندی دانشجویان رشته مهندسی عمران برای انجام پروژه طرح هندسی راه به صورت دستی از سوی دیگر، ما را بر آن داشت تا با تألیف این کتاب، درک مهندسیین طراح راه را از روند طراحی افزایش دهیم. علاوه بر این، بسیاری از دانشجویان مهندسی عمران در طراحی دستی پروژه راهسازی با مشکلات بسیاری روبرو هستند و بی‌آنکه درک درستی از روند طراحی داشته باشند طراحی مسیر را انجام می‌دهند که چندان مهندسی و اصولی نیست. بنابراین در راستای تحقق اهداف مد نظر، یک پروژه کامل راهسازی با مشخصات راه اصلی درجه یک چهار خطه جدا شده (دو خط عبور در هر جهت) به صورت گام به گام آموزش داده شده است. با مطالعه این کتاب قادر خواهید بود تا از این پس، همچون طراحان حرفه‌ای، راجع به طراحی راه اظهار نظر کرده و در مسیریابی و ترسیم قوس افقی و قائم، ترسیم مقاطع عرضی، ترسیم منحنی بروکتر و تعیین خط توزیع بهینه، طراحی روسازی راه و متره و برآورد که بر اساس فهرست بهای راه و باند (راه، راه آهن و باند فرودگاه) سال ۱۴۰۰ انجام شده است، تسلط یابید. امید است که این کتاب بتواند مرجعی مناسب برای اساتید، دانشجویان و مهندسیین عزیز قرار گیرد.

### و اما حرف آخر ...

کتاب حاضر حاصل چندین سال جمع‌آوری مطالب مورد نیاز به منظور نوشتن این کتاب بوده است که بیش از یک سال تألیف آن به طول انجامید. به هر حال با وجود دقت و تلاش فراوانی که برای تألیف و ویراستاری این اثر شده است همواره وجود ایراد علمی و نگارشی در آن ناگزیر است اما از چشم تیزبین اساتید، صاحبان نظران و متخصصان پوشیده نخواهد ماند و به طور یقین ما را از همکاری‌ها و راهنمایی‌های خویش بهره‌مند خواهد کرد تا در آینده شاهد تلاش‌های بهتر و ارزنده‌تر باشیم.

Noavar33@yahoo.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام است، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌شود.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤرّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

**خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،**

**از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.**

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱-۰۸۹۰۹۱۹۲۹۹۱۰ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس [info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com) و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com) به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

## گام ۱- بررسی و تهیه نقشه توپوگرافی<sup>۱</sup>

در مهندسی عمران برای نشان دادن دقیق جزئیات از نقشه استفاده می‌کنند و این موضوع برای هر نوع پروژه‌ای صادق است. در پروژه‌های طرح هندسی راه (پروژه‌های راهسازی) مهمترین و اولین نقشه‌ای که یک مهندس طراح برای طرح راه نیاز دارد، نقشه نمایش دهنده عوارض زمین است. این نقشه در اصطلاح علم نقشه‌برداری، نقشه توپوگرافی نام دارد.

### گام ۱-۱- تعریف نقشه توپوگرافی

به نقشه‌هایی که علاوه بر شکل و موقعیت عوارض مسطحاتی زمین، وضع ارتفاعی آن را نیز معمولاً به صورت منحنی میزان‌ها و نقاط ارتفاعی نمایش می‌دهند، نقشه‌های توپوگرافی می‌گویند. به عبارت دیگر این نقشه‌ها از تعداد زیادی منحنی تشکیل شده است که هر یک بیانگر ارتفاعی مشخص هستند. یکی از ویژگی‌های بارز نقشه‌های توپوگرافی، نشان دادن پستی و بلندی (عوارض) زمین است که نوع منطقه (کوهستانی، تپه‌ماهور و هموار) را مشخص می‌کند.

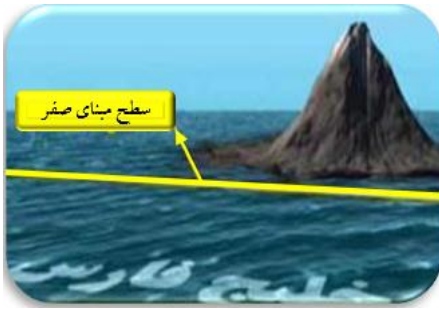
### گام ۱-۲- تعریف منحنی میزان<sup>۲</sup> (خطوط تراز)

منحنی میزان یک منحنی بسته و افقی است که نقاط هم ارتفاع را به هم وصل می‌کند که در اصطلاح، به آن‌ها منحنی‌های میزان و یا خطوط تراز گفته می‌شود. به عبارت ساده‌تر منحنی‌های میزان در نقشه‌های توپوگرافی خطوط فرضی‌ای هستند که تمام نقاط آن‌ها، دارای یک ارتفاع یکسان نسبت به سطح دریا هستند. این خطوط علاوه بر مشخص نمودن وضعیت پستی بلندی منطقه، ارتفاع و شیب واقعی محل را نیز نشان می‌دهد. به عنوان نمونه در شکل ۱، تمام نقاط واقع بر روی هر خط فرضی، ارتفاعی یکسان را نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز سطح مبنای دائمی نقشه‌های توپوگرافی آب‌های آزاد ایران، شهر بندری فاو واقع در خلیج فارس را نشان می‌دهد.

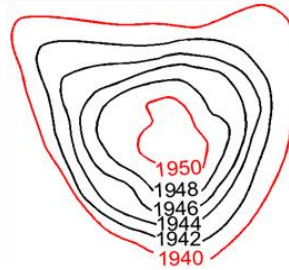
از ویژگی‌های مهم منحنی‌های میزان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- تمام خطوط منحنی‌های میزان در نهایت یا در داخل نقشه یا در حاشیه نقشه بسته می‌شوند.
- ۲- یک خط تراز مرتفع‌تر هیچگاه بین دو خط تراز با کد ارتفاعی پایین‌تر قرار نمی‌گیرد.
- ۳- خطوط تراز هیچگاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند.
- ۴- اختلاف ارتفاع بین دو منحنی میزان را فاصله قائم منحنی میزان می‌نامند که این مقدار برای تمامی منحنی‌های متوالی، مقداری ثابت است.

1 Topographic map  
2 Contour Line



شکل ۲- سطح مینا در ایران



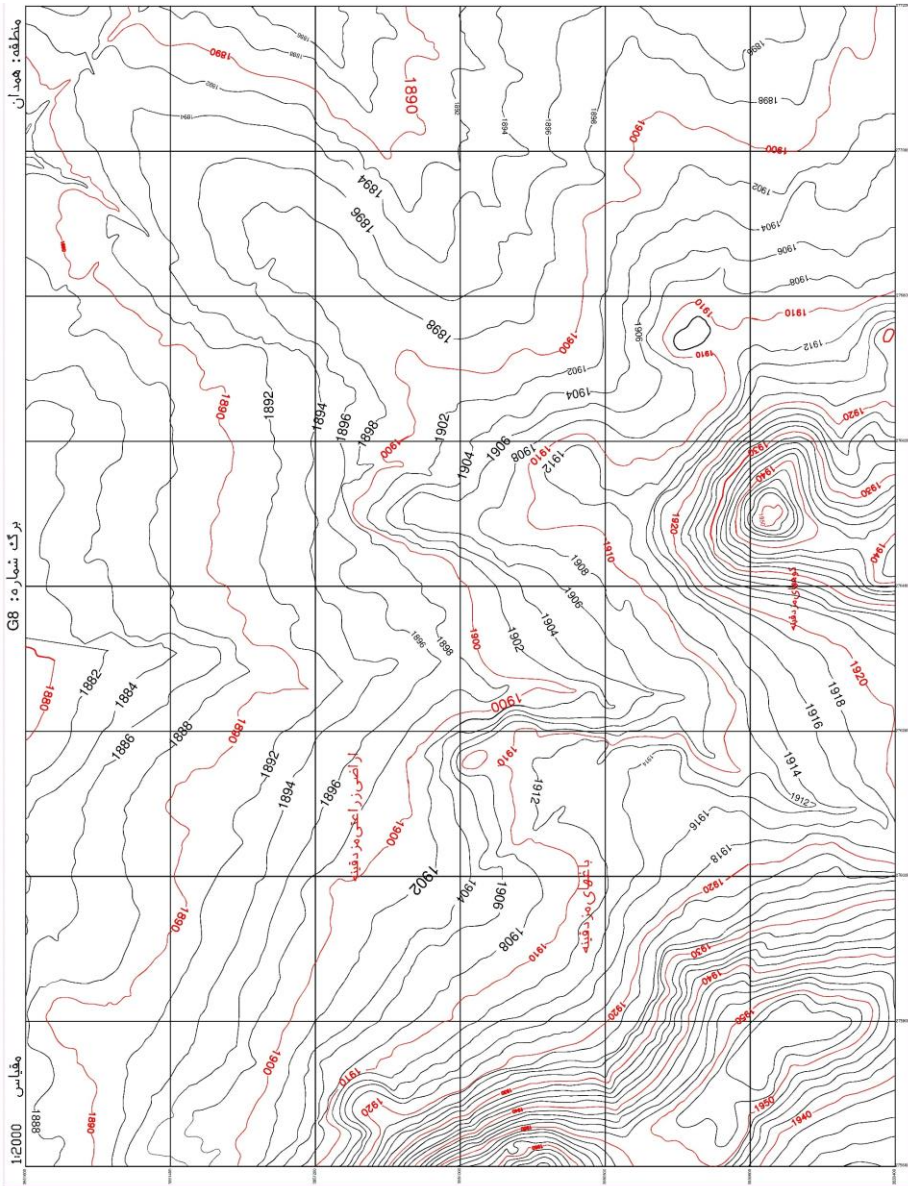
شکل ۱- منحنی میزان روی برآمدگی

### گام ۱-۲-۱- انواع منحنی میزان

خطوط منحنی میزان به دو نوع خطوط تراز اصلی و خطوط تراز فرعی تقسیم می‌شوند. برای روشن شدن مسأله، در پروژه حاضر، خطوط منحنی میزان اصلی در هر ده متر اختلاف ارتفاع و خطوط منحنی میزان فرعی در هر دو متر اختلاف ارتفاع ترسیم شده است. با توجه به شکل ۱، منحنی میزان‌هایی که روی آن‌ها اعداد ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ نوشته شده است، منحنی میزان‌های اصلی بوده و بین این دو خط تراز اصلی، خطوط منحنی میزان فرعی در هر دو متر اختلاف ارتفاع ترسیم شده است. با این توضیحات منحنی میزان‌هایی که روی آن‌ها اعداد ۱۹۴۲، ۱۹۴۴، ۱۹۴۶ و ۱۹۴۸ نوشته شده است، منحنی میزان‌های فرعی هستند.

### گام ۱-۳- تهیه نقشه توپوگرافی

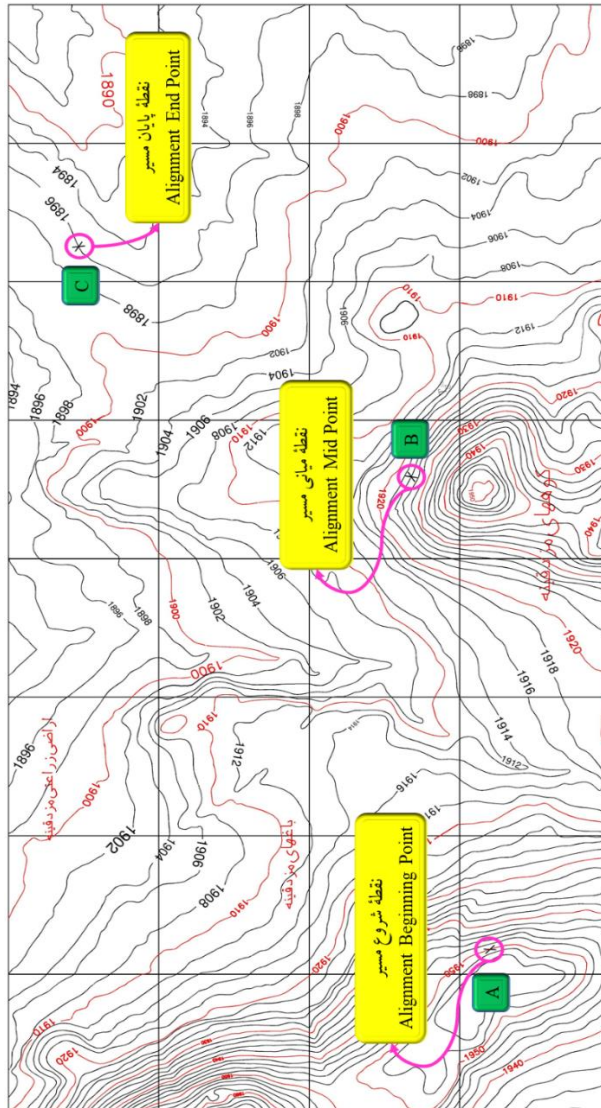
برای تهیه نقشه توپوگرافی می‌توان از طریق سازمان نقشه‌برداری استان، از طریق سایت‌های اینترنتی مختلف و یا از طریق دفاتر مهندسی اقدام نمود. از همین رو یک شیت نقشه توپوگرافی در برنامه اتوکد در اختیار شما با فرمت .dwg قرار می‌دهند. نقشه توپوگرافی پروژه طرح هندسی راه<sup>۱</sup> (پروژه راهسازی) حاضر که مربوط به منطقه مزدقینه شهر همدان است در شکل ۳ آورده شده است. لازم به ذکر است که تمامی مراحل طراحی پروژه بر روی همین نقشه انجام می‌شود.



شکل ۳- نقشه توپوگرافی منطقه مزدقیه شهر همدان با مقیاس ۱:۲۰۰۰

گام ۲- مشخص نمودن نوع راه و نقاط مبدأ، مقصد<sup>۱</sup> و نقاط اجباری میانی<sup>۲</sup>

در این قسمت به منظور انجام پروژه طرح هندسی راه (پروژه راهسازی)، نوع راه و نقاط مبدأ-مقصد و نقاط اجباری میانی فرض می‌شود. به همین منظور فرض می‌کنیم نوع راه در این پروژه، راه اصلی<sup>۴</sup> درجه یک چهار خطه جدا شده (دو خط عبور در هر جهت) است. همچنین نقاط مبدأ-مقصد و نقاط اجباری میانی فرض شده نیز در نقشه توپوگرافی زیر درج شده است (شکل ۴).



شکل ۴- مشخص نمودن نقاط شروع (A)، پایان (C) و میانی مسیر (B)

- 1 Alignment Beginning Point
- 2 Alignment End Point
- 3 Alignment Mid Point
- 4 Major Highway



نکته: در صورتی که نوع راه، راه اصلی درجه دو و یا راه فرعی درجه یک، دو و یا سه باشد، باید  $ADT^1$  سال طرح (متوسط ترافیک روزانه بر حسب وسیله نقلیه<sup>۲</sup> در روز) را مشخص نماییم.

نکته: در راه‌های دو خطه<sup>۳</sup> یک طرفه<sup>۴</sup> و دو طرفه<sup>۵</sup>، راه‌های سه خطه و چهار خطه جدا نشده نیاز است که خودروی طرح<sup>۶</sup> نیز مشخص شود. تعیین خودروی طرح به منظور محاسبه اضافه عرض سواره‌رو<sup>۷</sup> در راه است.

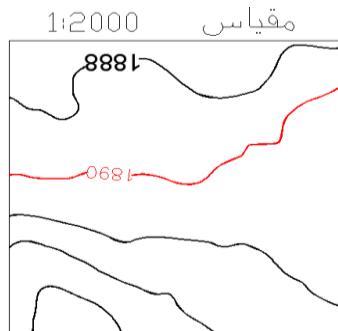
با توجه به این که نوع راه در این پروژه، راه اصلی درجه یک چهار خطه جدا شده (دو خط عبور در هر جهت) است، در ابتدای پروژه نیازی به مشخص نمودن  $ADT$  سال طرح و خودروی طرح نیست.

### گام ۳- تبدیل مقیاس نقشه<sup>۸</sup> و محاسبه دقت نقشه (خطای مجاز نقشه)

قبل از مسیریابی بین دو نقطه باید شناخت کاملی با دو مفهوم مقیاس نقشه و دقت نقشه داشته باشیم که در ادامه به بررسی هر یک از آن‌ها خواهیم پرداخت.

#### گام ۳-۱- تبدیل مقیاس نقشه

به منظور سهولت در کار کردن با نقشه توپوگرافی بهتر است ابتدای کار توضیحی در مورد مقیاس نقشه و تبدیل مقیاس آن آورده شود. مقیاس از مشخصه‌های اصلی نقشه‌های عوارض زمین است که باید به منظور ایجاد ارتباط بین موارد بیان شده در نقشه با واقعیت، قبل از شروع کار از آن مطلع باشیم. مقیاس در نقشه عبارت است از نسبت طول اندازه‌گیری شده روی نقشه به طول افقی مشابه روی زمین طبیعی<sup>۹</sup>، یا به عبارت دیگر مقیاس نقشه عبارت است از نسبت طول  $ab$  روی نقشه به طول  $AB$  افقی روی زمین. در واقع مقیاس نقشه، بازگو کننده ارتباط بین مسافت یا سطح روی نقشه نسبت به مسافت یا سطح بر روی زمین است. مقیاس نقشه توپوگرافی پروژه حاضر  $1:2000$  است (شکل ۵).



شکل ۵- مقیاس نقشه (Sc) =  $1:2000$

نقشه‌های دارای مقیاس کاربردی و مفید هستند، زیرا در این نقشه‌ها امکان محاسبه فاصله‌های

- 1 Average Daily Traffic
- 2 Vehicle
- 3 Dual Carriageway
- 4 One-way Road
- 5 Two-way Road
- 6 Design Vehicle
- 7 Travel Lane
- 8 Map Scale
- 9 Natural Ground (N.G)