



## درسنامه و نکات طلایی درس نقشه برداری

(ویژه آزمون‌های نظام مهندسی،  
کارشناسی رسمی و کارشناسی ارشد)  
رشته نقشه برداری



**مؤلف: علیرضا محمدی هاشمی**  
پایه یک نظام مهندسی و مدرس دانشگاه  
کارشناس رسمی دادگستری در رشته امور ثبتی و نقشه برداری



سرشناسه: محمدی هاشمی، علیرضا، ۱۳۵۷-  
 عنوان و نام پدیدآور: درسنامه و نکات طلایی درس نقشه‌برداری: ویژه آزمون‌های نظام مهندسی، کارشناسی رسمی و کارشناسی ارشد) رشته نقشه‌برداری/مؤلف علیرضا محمدی هاشمی.  
 مشخصات نشر: تهران: نوآور، ۱۴۰۰.  
 مشخصات ظاهری: ۱۰۴ص: مصور.  
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۱۰-۸  
 وضعیت فهرست نویسی: فیپا  
 موضوع: نقشه‌برداری -- راهنمای آموزشی (عالی) (Surveying-- Study and teaching (Higher)  
 موضوع: نقشه‌برداری — مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی) (Higher) Surveying (Problems, exercises, etc. (Higher)  
 موضوع: عملیات خاکی Earthwork  
 رده بندی کنگره: TA۵۳۵  
 رده بندی دیویی: ۵۲۶/۹۰۷۶  
 شماره کتابشناسی ملی: ۸۷۰۳۴۰۲  
 اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

## درسنامه و نکات طلایی درس نقشه‌برداری



نشر نوآور

مؤلف: علیرضا محمدی هاشمی

ناشر: نوآور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۱۰-۸

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
 ژاندارمیری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸  
 طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، 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 می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل  
 هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع  
 انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایبل صوتی یا  
 تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام  
 است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

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

www.noavarpub.com

https://telegram.me/noavarpub

https://www.instagram.com/noavarpub/

## فهرست مطالب

۹	مقدمه
۱۱	فصل اول / کلیات نقشه برداری
۱۱	نقشه
۱۱	مقیاس
۱۱	دقت نقشه
۱۱	دقت مسطحاتی نقشه
۱۲	دقت ارتفاعی نقشه
۱۳	نقشه برداری مستوی
۱۳	نقشه برداری ژئودتیک
۱۳	انواع نقشه برداری مستوی
۱۳	نقشه برداری زمینی
۱۴	وسایل ساده نقشه برداری
۱۴	تجهیزات
۱۵	سامانه های تعیین موقعیت
۱۵	۱- سامانه GPS (Global Positioning System)
۱۶	۲- سامانه گلوناس
۱۶	۳- سامانه گالیله
۱۶	دستگاه فاصله یاب الکترونیکی (EDM)
۱۷	سامانه های لیزر اسکنر
۱۸	نقشه برداری هوایی
۱۸	نقشه برداری آبی
۱۹	نقشه برداری مسیر
۱۹	نقشه برداری زیرزمینی
۲۰	نقشه برداری صنعتی
۲۰	نقشه برداری ثبتي
۲۶	نقشه برداری ساختمانی
۲۸	نقشه های مسطحاتی (پلانیمتری)
۲۸	نقشه های ارتفاعی
۲۹	نقشه های توپوگرافی
۲۹	منحنی میزان



۳۰	خط الرأس
۳۰	خط القعر
۳۲	تصحیح تبدیل به افق
۳۳	خطای نسبی
۳۵	مساحی
۳۵	محاسبه مساحت اشکال منظم
۳۵	محاسبه مساحت اشکال نامنظم

### فصل دوم / زاویه‌یابی ..... ۳۸

۳۸	زاویه
۳۸	۱- درجه (Degree)
۳۸	۲- گراد (Grad)
۳۸	۳- میلیم (Miliem)
۳۸	۴- رادیان (Radian)
۴۰	انواع زاویه
۴۰	۱- زاویه قائم (Vertical Angle)
۴۰	۲- زاویه شیب (Slope Angle)
۴۱	لمب
۴۳	۳- زاویه افقی (Horizontal Angle)

### فصل سوم / تراز‌یابی ..... ۴۷

۴۷	ترازیابی
۴۸	ترازیابی تدریجی
۴۸	ترازیابی شعاعی (پراکنده)
۴۹	کنترل محاسبات در تراز‌یابی
۴۹	خطاها در تراز‌یابی
۴۹	خطاهای انسانی
۴۹	خطای پارالاکس
۵۰	خطاهای طبیعی
۵۰	خطای کرویت
۵۰	خطای انکسار
۵۰	خطای کرویت و انکسار
۵۱	خطاهای دستگاهی

۵۲	خطای کلیماسیون.....
۵۳	راهکارهای تشخیص خطای کلیماسیون.....
۵۳	۱- روش ترازبایی متقابل (دو طرفه).....
۵۵	۲- روش استقرار دوربین در وسط دهنه.....
۵۶	تعیین زاویه خطای کلیماسیون.....
۵۶	تعیین اثر خطای کلیماسیون.....
۵۶	خطای مجاز ترازبایی.....
۵۷	تاکتومتری (استادیمتری).....
۵۷	محاسبه فاصله افقی.....
۵۸	محاسبه اختلاف ارتفاع.....
۵۹	ترازبایی مثلثاتی.....
۶۰	روش پارالاکتیک برای اندازه‌گیری طول.....
۶۱	ترازبایی فشارسنجی (بارومتریک).....

## ۶۲..... فصل چهارم / ژیزمان و پیمایش

۶۲	شمال جغرافیایی.....
۶۲	شمال مغناطیسی.....
۶۲	شمال شبکه.....
۶۳	آزیموت حقیقی یا جغرافیایی.....
۶۳	ژیزمان.....
۶۴	زاویه حامل.....
۶۴	زاویه Bearing.....
۶۴	محاسبه زاویه حامل و ژیزمان.....
۶۴	محاسبه مختصات نقطه مجهول.....
۶۵	پیمایش (Traverse).....
۶۵	پیمایش بسته.....
۶۶	خطای بست زاویه‌ای پیمایش بسته.....
۶۷	شرط درست بودن پیمایش بسته.....
۶۸	بررسی شرط ضلعی در پیمایش بسته.....
۷۰	پیمایش اتصالی (آنتنی).....
۷۰	پیمایش باز.....
۷۰	تقاطع و ترفیع.....

## ۷۲..... فصل پنجم / تئوری خطاها



۷۲	خطای نسبی .....
۷۳	خطای کالیبراسیون .....
۷۴	خطای تغییر درجه حرارت .....
۷۵	خطای کمناش (خطای شنت) .....
۷۵	خطای تغییر کشش .....
۷۶	بررسی خطاهای اتفاقی .....
۷۷	انواع خطاهای اتفاقی .....
۷۷	خطای متوسط حسابی .....
۷۷	خطای احتمالی .....
۷۷	خطای ماکزیمم .....
۷۹	قانون انتشار خطا .....

## ۸۲ فصل ششم / قوس‌ها و عملیات خاکی .....

۸۲	قوس‌ها .....
۸۲	قوس افقی دایره‌ای ساده .....
۸۲	رأس قوس .....
۸۲	زاویه انحراف (زاویه تقاطع $\Delta$ ) .....
۸۳	طول قوس .....
۸۳	طول مماس قوس (طول تانژانت) .....
۸۳	طول وتر بزرگ .....
۸۳	میزان کوتاه‌تر شدن مسیر .....
۸۳	فاصله بیرونی .....
۸۳	فاصله میانی .....
۸۷	قوس مرکب .....
۸۸	روش محاسباتی .....
۸۸	روش مستقیم .....
۸۹	روش قوس معادل .....
۸۹	قوس معکوس .....
۹۱	قوس کلوتوئید .....
۹۲	قوس کلوتوئید متقارن .....
۹۴	سرعت طرح .....
۹۴	دور (شیب عرضی) .....
۹۵	روش‌های محاسبه طول قوس اتصال .....
۹۵	استفاده از مفهوم زمان .....

۹۶	..... استفاده از رابطه مستقیم
۹۶	..... استفاده از مفهوم شتاب رادیال
۹۷	..... قوس قائم
۱۰۰	..... حجم عملیات خاکی
۱۰۰	..... پروفیل طولی
۱۰۱	..... محاسبه حجم عملیات خاکی
۱۰۱	..... روش میانگین‌گیری
۱۰۲	..... محاسبه حجم در حالت مقاطع یک در میان
۱۰۴	..... روش شبکه‌بندی
۱۰۴	..... الف) شبکه مربعی یا مستطیلی
۱۰۴	..... ب) شبکه مثلثی

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 مبرماً 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، به‌ویژه 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 ویرایش‌شده 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 گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور 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 اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان 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)



شکر و سپاس خداوند متعال را که پس از گذشت بیش از بیست سال تدریس در دانشگاه‌های معتبر این مرز و بوم و آموزشگاه‌ها و موسسات برتر در نقاط مختلف کشور، این فرصت را بر بنده ارزانی داشت تا با تدوین و نشر این کتاب جهت افزایش آمادگی هرچه بیشتر مهندسان نقشه‌بردار عزیز جهت شرکت در آزمون‌های معتبر و مهم رشته مهندسی نقشه برداری و ورود به عرصه مهندسی (آزمون نظام مهندسی، آزمون کارشناس رسمی دادگستری و آزمون کارشناسی ارشد) خدمتی هر چند کوچک انجام داده باشم.

با توجه به اینکه مهمترین دغدغه مهندسان نقشه‌بردار جهت شرکت و قبولی در آزمون‌های مذکور عدم وجود منابع و مآخذ مناسب و مورد نیاز است، بر خود وظیفه دانستم که مطالب مهم و کلیدی جهت آمادگی و قبولی در بزرگترین آزمون‌های این رشته را در این کتاب گرد آورم. در همین راستا نگارش این کتاب به گونه‌ای صورت گرفته است که کلیه مفاهیم و موضوعات مطرح شده در سوالات آزمون‌های نظام مهندسی، کارشناس رسمی دادگستری و کارشناسی ارشد در درس نقشه‌برداری در قالب نکات و توضیحات مورد نیاز به طور کامل تبیین شده است تا داوطلبان عزیز بتوانند بدون نیاز به رجوع به منبعی دیگر در حین مطالعه و حل مثال‌ها و سوالات این کتاب تسلط مناسب و شایسته‌ای بدست آورند.

همچنین بر خود واجب می‌دانم از زحمات دلسوزانه و بی دریغ پدر بزرگوار و مادر فداکار و مهربانم به جهت زحمات بی‌کران و دلسوزانه خویش کمال قدردانی و سپاسگزاری را داشته باشم و همچنین از مجموعه محترم نشر نوآور علی‌الخصوص مدیریت محترم این مجموعه به جهت حمایت از اینجانب در جهت تألیف این اثر کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در انتها برای همه داوطلبان و عزیزان آرزوی بهترین‌ها و موفقیت را داشته و چنانچه در این کتاب کاستی و کمبودی ملاحظه گردید خواهشمندم نکات مورد نظر خویش را از طریق ایمیل انتشارات [noavar33@yahoo.com](mailto:noavar33@yahoo.com) اعلام نمایند.

**با تشکر فراوان**

**علیرضا محمدی هاشمی**

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 این چنین، 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 هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، 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 می‌گردد.

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 مؤزّعین 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 ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (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 به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

## فصل اول

### کلیات نقشه برداری

#### نقشه

تصویر قائم عوارض بر روی صفحه افقی با مقیاس معین نقشه نام دارد. نقشه‌ها بر مبنای نوع کاربری‌های مختلف دسته‌بندی شده‌اند که در حوزه‌های متنوع مورد استفاده قرار می‌گیرند.

#### مقیاس

نسبت فاصله افقی بین دو نقطه روی نقشه به همین فاصله روی زمین مقیاس نام دارد.

$$S_c = \frac{ab}{AB}$$

**مثال:** استخراج فاصله از نقشه با چه عاملی ارتباط مستقیم دارد؟

- (۱) ابعاد نقشه (۲) عدد مقیاس (۳) ارتفاع نقاط (۴) هر سه مورد
- ❖ گزینه ۲ صحیح است.

#### نکته

در حال حاضر انواع نقشه‌ها در مقیاس‌های مختلف تولید و بازنگری می‌گردند.

$$\frac{1}{10}, \frac{1}{50}, \frac{1}{100}, \frac{1}{500}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{5000}, \frac{1}{10000}, \frac{1}{25000}, \frac{1}{50000}, \frac{1}{100000}, \dots$$

#### نکته

هر چقدر مقیاس نقشه کوچک‌تر شود دقت و جزئیات نقشه نیز کمتر خواهد شد.

#### دقت نقشه

نقشه‌ها به طور کلی دارای دو نوع دقت شامل دقت مسطحاتی و دقت ارتفاعی می‌باشند.

#### دقت مسطحاتی نقشه

دقت مسطحاتی نقشه که آن را با  $P_{ac}$  نشان می‌دهند از رابطه زیر بر حسب واحد متر بدست می‌آید:

$$P_{ac} = \left( 0,2 \times \frac{\text{عدد مقیاس}}{1000} \right)$$



**که مثال:** دقت مسطحاتی نقشه‌های کاداستر شهری چند سانتی‌متر است؟

- ۰٫۲ (۴)      ۱۰ (۳)      ۰٫۱ (۲)      ۰٫۱ (۱)

حل: با توجه به اینکه مقیاس نقشه‌های کاداستر شهری برابر  $\frac{1}{500}$  می‌باشد لذا خواهیم داشت:

$$P_{ac} = (0.2 \times \frac{500}{1000}) = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

❖ گزینه ۳ صحیح است.

### دقت ارتفاعی نقشه

دقت ارتفاعی نقشه (σ) برابر است با نصف فواصل منحنی میزان نقشه‌ها.

CI: Contour Interval فواصل منحنی میزان

**که مثال:** دقت ارتفاعی نقشه توپوگرافی به چه عاملی بستگی دارد؟

- (۱) فقط مقیاس نقشه  
(۲) فقط تراکم نقاط برداشتی  
(۳) مقیاس نقشه و تراکم نقاط برداشتی  
(۴) وسعت منطقه برداشت شده
- ❖ گزینه ۳ صحیح است.

**که مثال:** در عملیات اجرائی نقشه برداری کدام گزینه قابل قبول است؟

- (۱) دقت عملیات مسطحاتی بیشتر از دقت عملیات ارتفاعی در نظر گرفته می‌شود.  
(۲) اگر عملیات با GPS انجام شود نیاز به رعایت دیگر موارد نیست.  
(۳) دقت در اجرای عملیات مسطحاتی کافیست.  
(۴) بنا به مورد دقت‌های ارتفاعی و مسطحاتی مستقل از هم تعریف و معرفی می‌شوند.
- ❖ گزینه ۴ صحیح است.

### نکته

اگر مقیاس نقشه‌ای k برابر بزرگ شود در این صورت طول روی نقشه نیز k برابر بزرگ می‌شود و بالعکس.

**که مثال:** فاصله دو دکل بر روی نقشه  $\frac{1}{8000}$  برابر ۸ cm است. فاصله این دو دکل بر روی نقشه

$\frac{1}{4000}$  چند میلی‌متر است؟

- ۱۶ (۱)      ۱٫۶ (۲)      ۰٫۸ (۳)      ۳٫۲ (۴)

حل: با توجه به اینکه مقیاس نقشه پنج برابر کوچکتر شده است لذا خواهیم داشت:

$$\Rightarrow x = \frac{8}{5} \times 10 = 16 \text{ mm}$$

❖ گزینه ۱ صحیح است.

### نکته

اگر مقیاس نقشه‌ای  $k$  برابر بزرگ شود در این صورت مساحت یک عارضه  $k^2$  برابر بزرگ می‌شود و بالعکس.

**مثال:** مساحت یک سوله در نقشه  $\frac{1}{۲۰۰}$  برابر  $۸ \text{ cm}^2$  است. مساحت این سوله روی نقشه

$\frac{1}{۵۰۰}$  چند مترمربع خواهد شد؟

۱۲۸ (۱)      ۱۲٫۸ (۲)      ۰٫۱۲۸ (۳)      ۰٫۱۲۸ (۴)

حل: با توجه به اینکه مقیاس نقشه چهار برابر بزرگ‌تر شده است لذا خواهیم داشت:

$$\Rightarrow x = ۸ \times ۱۶ = ۱۲۸ \text{ cm}^2 = ۰٫۱۲۸ \text{ m}^2$$

❖ گزینه ۳ صحیح است.

### نکته

نقشه‌برداری در حالت کلی به دو شاخه نقشه‌برداری مستوی و نقشه‌برداری ژئودتیک تقسیم‌بندی می‌گردد.

#### نقشه‌برداری مستوی

در این نوع نقشه‌برداری از انحنای زمین و کرویت زمین صرف نظر می‌شود و موقعیت نقاط بر روی یک زمین تخت و مسطح بدست می‌آید.

#### نقشه‌برداری ژئودتیک

در این نوع نقشه‌برداری از انحنای زمین یا کرویت زمین صرف نظر نمی‌شود.

**مثال:** هنگامی که دامنه کار در یک منطقه به قدری وسیع باشد که مسطح فرض کردن زمین باعث وارد شدن خطای زیاد در نتایج نقشه‌برداری شود در این حالت از کدام روش نقشه‌برداری استفاده می‌شود؟

۱) پلانیمتری      ۲) زیرزمینی      ۳) ژئودتیک      ۴) مستوی

❖ گزینه ۳ صحیح است.

#### انواع نقشه‌برداری مستوی

##### نقشه‌برداری زمینی

در نقشه‌برداری زمینی وسایل ساده و تجهیزات مناسب، جهت برداشت مشاهدات موردنیاز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**مثال:** در اجرای پروژه‌های نقشه‌برداری تعیین روش انجام کار و نوع ابزار مهندسی بر اساس کدام گزینه است؟

۱) دقت و هزینه عملیات      ۲) سرعت و فصل انجام کار

- ۳) امکانات و نیروی انسانی  
❖ گزینه ۱ صحیح است.
- ۴) دلخواه است

- کلمه مثال:** برای اجرای کامل پروژه‌های عمرانی به کدام یک از موارد زیر بایستی توجه شود؟
- ۱) استفاده از دستگاه‌های توتال استیشن  
۲) تعیین مقیاس نقشه توپوگرافی  
۳) فقط ایجاد شبکه مبنایی مسطحاتی دقیق کافی است  
۴) تعیین مقیاس نقشه توپوگرافی همراه با تعیین دقت ارتفاعی مورد نیاز  
❖ گزینه ۴ صحیح است.

### وسایل ساده نقشه برداری

#### ۱- سکل

قطعه مثلثی شکل مورد استفاده در عملیات ترازبایی دقیق که کاربرد آن جلوگیری از لرزش‌های احتمالی شاخص در خاک‌های سست و نرم می‌باشد.

#### ۲- ژالون

میله‌ای است فلزی به ارتفاع دو الی دو و نیم‌متر و به قطر سه الی چهار سانتی‌متر که جهت امتدادگذاری بین نقاط استفاده می‌شود.

#### ۳- شاخص

خط کشی مدرج به طول استاندارد چهار متر که تقسیمات آن در مورد شاخص‌های یک طرفه سانتی‌متر و در مورد شاخص‌های دو طرفه، سانتی‌متر و میلی‌متر می‌باشد.

### تجهیزات

#### ۱- دوربین نیوو

مهم‌ترین کاربرد دوربین نیوو (ترازیاب) اندازه‌گیری ارتفاع می‌باشد که علاوه بر کاربرد اصلی یاد شده، از این دستگاه جهت اندازه‌گیری طول نیز استفاده می‌گردد.

#### ۲- دوربین تئودولیت

مهم‌ترین کاربرد دوربین تئودولیت (زاویه‌یاب) اندازه‌گیری زاویه می‌باشد که علاوه بر این کاربرد اصلی، از این دستگاه نیز جهت اندازه‌گیری طول بهره‌برداری می‌گردد.

#### ۳- دوربین توتال استیشن

با استفاده از این دوربین با ویژگی‌های فنی قابل توجه و با دقت بالا، مختصات سه بعدی نقاط بصورت رقومی بدست می‌آید.

**کلمه مثال:** کدام یک از وسایل زیر برای تراز کردن صفحات بیس پلیت دقیق تر است؟

- ۱) دوربین تئودولیت  
۲) شلنگ تراز  
۳) دستگاه GPS  
۴) دوربین نیوو

❖ گزینه ۴ صحیح است.

**ک** **مثال:** اصلی‌ترین کاربرد تراز یاب و تئودولیت به ترتیب کدام است؟

- (۱) تراز یابی، فاصله‌یابی مثلثاتی  
 (۲) تراز یابی، زاویه‌یابی  
 (۳) زاویه‌یابی، تراز یابی مثلثاتی  
 (۴) فاصله‌یابی مثلثاتی، تراز یابی مثلثاتی
- ❖ گزینه ۲ صحیح است.

**ک** **مثال:** برای کنترل شاقولی یک ستون بلند فلزی شرایط کدام گزینه صحیح است؟ (در گزینه‌های زیر منظور از نقطه ثابت، نقطه دارای مختصات است.)

- (۱) استقرار تئودولیت روی یک نقطه ثابت و توجیه نسبت به نقطه ثابت دیگر و سپس کنترل ستون مورد نظر.  
 (۲) استقرار تئودولیت در دو محل مناسب (دو نقطه ثابت یا غیر ثابت) به نحوی که زاویه بین دو امتداد (هر نقطه با محل ستون) حدود  $90^\circ$  باشد و سپس کنترل ستون مورد نظر بدون توجیه نسبت به نقطه دیگر.  
 (۳) استقرار تئودولیت روی دو نقطه ثابت و توجیه نسبت به نقطه ثابت دیگر و سپس کنترل ستون مورد نظر.  
 (۴) استقرار تئودولیت در یک محل مناسب و سپس کنترل ستون مورد نظر و بدون توجیه نسبت به نقطه دیگر.
- ❖ گزینه ۲ صحیح است.

**ک** **مثال:** کدام گزینه جزء مزایای سامانه تراز یابی رقومی (دیجیتالی) است؟

- (۱) عدم نیاز به تفسیر قرائت شاخص  
 (۲) عدم نیاز به فوکوس روی شاخص  
 (۳) عدم حساسیت به روشنایی شاخص  
 (۴) عدم نیاز به عمود نگهداشتن شاخص
- ❖ گزینه ۱ صحیح است.

**ک** **مثال:** برای تهیه نقشه از سطح خارجی یک توده صخره‌ای (محتمل به سقوط در یک دره با سازه‌های مهم) کدام روش اشتباه است؟

- (۱) فتوگرامتری برد کوتاه  
 (۲) عکسبرداری هوایی و GPS  
 (۳) اسکن سطح با اسکنرهای نقشه‌برداری  
 (۴) برداشت سطح با توتال استیشن‌های بدون رفلکتور
- ❖ گزینه ۲ صحیح است.

## سامانه‌های تعیین موقعیت

### ۱- سامانه GPS (Global Positioning System)

این سامانه توسط ایالات متحده آمریکا طراحی گردید که بصورت گسترده در زمینه موقعیت‌یابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر سیستم تعیین موقعیت جهانی دارای بیش از ۲۸ ماهواره بوده که در ارتفاع ۲۰۲۰۰ کیلومتر با زاویه میل  $55^\circ$  نسبت به استوا در حال چرخش به دور زمین می‌باشند.