



نقشه برداری

(رشته زمین شناسی)

علی بابا چهارازی بهمن مقرب نیا

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک‌درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

پیشگفتار	یازده
راهنمای مطالعه	دوازده

فصل ۱: کلیات	۱
هدف‌های آموزشی	۱
۱.۱ مقدمه	۲
۲.۱ نقشه	۲
۱.۲.۱ انواع نقشه	۲
۳.۱ نقشه‌برداری	۳
۱.۳.۱ تقسیم‌بندی نقشه‌برداری از نظر کاربرد	۳
۴.۱ مقیاس	۴
۱.۴.۱ انواع مقیاس	۵
۲.۴.۱ تغییر مقیاس	۶
۵.۱ سیستم مختصات کروی و مختصات جغرافیایی	۸
۱.۵.۱ طول جغرافیایی	۸
۲.۵.۱ عرض جغرافیایی	۹
۶.۱ انواع شمال‌ها و چگونگی شناسایی آن‌ها	۹
۱.۶.۱ انحراف مغناطیسی	۱۱
۲.۶.۱ انحراف شبکه	۱۱
۳.۶.۱ زاویه شبکه مغناطیسی	۱۱
۴.۶.۱ گرای امتدادها	۱۱
۵.۶.۱ گرای معکوس	۱۲
۶.۶.۱ امتداد قائم	۱۲
۷.۶.۱ امتداد افقی	۱۳

۱۳.....	۸.۶.۱ جهت
۱۴.....	۹.۶.۱ جهت مغناطیسی
۱۵.....	۷.۱ توجیه نقشه
۱۵.....	۸.۱ علایم قراردادی، رنگ‌های نقشه، و اطلاعات حاشیه‌ای
۱۷.....	۹.۱ عملیات نقشه‌برداری
۱۷.....	۱.۹.۱ مراحل عملیات صحرایی
۱۷.....	۲.۹.۱ مراحل عملیات دفتری
۱۹.....	۱۰.۱ نقاط کنترل
۱۹.....	خودآزمایی ۱

فصل ۲: ابزارهای ساده اندازه‌گیری..... ۲۱

۲۱.....	هدف‌های آموزشی
۲۲.....	۱.۲ مقدمه
۲۲.....	۲.۲ آشنایی با اندازه‌گیری
۲۳.....	۳.۲ وسایل مشخص‌کننده نقاط
۲۳.....	۴.۲ وسایل مشخص‌کننده امتدادهای قائم و افقی
۲۳.....	۱.۴.۲ شاقول
۲۴.....	۲.۴.۲ ژالون
۲۵.....	۳.۴.۲ تراز لوله‌ای دستی
۲۶.....	۴.۴.۲ نوارهای اندازه‌گیری فولادی
۲۶.....	۵.۴.۲ شیب‌سنج دستی
۲۸.....	۶.۴.۲ گونیاه‌ها
۲۹.....	۵.۲ اخراج عمود از یک نقطه روی یک امتداد بر آن امتداد
۳۰.....	۶.۲ اخراج عمود از یک نقطه خارج یک امتداد بر آن امتداد
۳۰.....	۷.۲ طرز ژالون‌گذاری یک امتداد برای اندازه‌گیری فاصله دو نقطه در آن امتداد
۳۱.....	۸.۲ اندازه‌گیری طول افقی با وسایل ساده
۳۲.....	۹.۲ اندازه‌گیری طول به روش مستقیم
۳۳.....	۱۰.۲ اندازه‌گیری طول به روش مستقیم در زمین مسطح
۳۳.....	۱۱.۲ اندازه‌گیری طول افقی به روش مستقیم در زمین شیبدار
۳۴.....	۱۲.۲ تعیین طول در سطح شیبدار با اندازه‌گیری طول مورب و زاویه شیب
۳۵.....	۱۳.۲ خطاها
۳۵.....	۱.۱۳.۲ انواع خطا

۳۶.....	۲.۱۳.۲ خصوصیات خطاهای اتفاقی.....
۳۷.....	۳.۱۳.۲ خطای متوسط حسابی (عددی).....
۳۸.....	۴.۱۳.۲ خطای متوسط هندسی و خطای ماکزیمم.....
۳۹.....	۵.۱۳.۲ خطای مطلق و خطای نسبی.....
۴۰.....	۱۴.۲ منابع خطاها.....
۴۰.....	خودآزمایی ۲.....

فصل ۳: ابزارهای پیشرفته‌تر اندازه‌گیری..... ۴۳

۴۳.....	هدف‌های آموزشی.....
۴۴.....	۱.۳ مقدمه.....
۴۴.....	۲.۳ تئودولیت.....
۴۵.....	۱.۲.۳ اجزای تئودولیت.....
۴۷.....	۲.۲.۳ مستقر کردن تئودولیت در نقطه‌ای مشخص.....
۴۹.....	۳.۲.۳ طرز اندازه‌گیری زاویه افقی با تئودولیت.....
۵۰.....	۴.۲.۳ طرز اندازه‌گیری زاویه شیب با تئودولیت.....
۵۱.....	۵.۲.۳ خطاهای اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم با تئودولیت.....
۵۱.....	۶.۲.۳ طرز اندازه‌گیری فاصله با تئودولیت (طریقه استادیومتریک).....
۵۴.....	۳.۳ تئودولیت‌های دیجیتال.....
۵۴.....	۴.۳ تئودولیت‌های الکترونیکی.....
۵۵.....	۱.۴.۳ مشخصات کلی تئودولیت‌های الکترونیکی.....
۵۷.....	۲.۴.۳ مبانی تعیین ارتفاع نقاط.....
۵۹.....	۵.۳ تراز یاب (نیوو).....
۵۹.....	۱.۵.۳ قسمت‌های مختلف دستگاه تراز یاب.....
۶۰.....	۲.۵.۳ ضمایم دستگاه.....
۶۱.....	۳.۵.۳ تراز کردن تراز یاب.....
۶۱.....	۴.۵.۳ مستقر کردن تراز یاب (دستگاه‌گذاری).....
۶۲.....	۵.۵.۳ طرز اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع با تراز یاب.....
۶۴.....	۶.۵.۳ تراز یابی چندمرحله‌ای (تدریجی).....
۶۷.....	۷.۵.۳ تراز یابی خطی.....
۶۹.....	۸.۵.۳ تراز یابی شعاعی.....
۶۹.....	۶.۳ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دونقطه به کمک وسایل ساده.....
۷۰.....	۷.۳ اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه به کمک تئودولیت (ترازیابی مثلثاتی).....

۷۱..... ۸.۳ خطای مجاز در تراز یابی

۷۲..... خودآزمایی ۳

فصل ۴: روش های مختلف برداشت..... ۷۳

۷۳..... هدف های آموزشی

۷۴..... ۱.۴ مقدمه

۷۵..... ۲.۴ پیمایش

۷۵..... ۱.۲.۴ انواع پیمایش

۷۶..... ۲.۲.۴ اصول حاکم بر پیمایش

۷۷..... ۳.۲.۴ مراحل مختلف پیمایش

۷۷..... ۳.۴ محاسبه مختصات نقاط

۸۰..... ۴.۴ محاسبه خطای بست زاویه ای

۸۰..... ۵.۴ محاسبه خطای بست موضعی (طولی) پیمایش

۸۱..... ۱.۵.۴ سرشکن کردن خطای بست موضعی

۸۱..... ۶.۴ مثلث بندی

۸۲..... ۱.۶.۴ ایجاد شبکه های مثلث بندی در درجات مختلف

۸۴..... ۲.۶.۴ شکل های مختلف مثلث بندی

۸۵..... ۳.۶.۴ اصول مثلث بندی

۸۶..... ۴.۶.۴ وسایل اندازه گیری مورد نیاز در مثلث بندی

۸۹..... ۵.۶.۴ رده بندی مثلث بندی

۸۹..... ۶.۶.۴ مثلث بندی زنجیری دوگانه (دوبل)

۸۹..... ۷.۶.۴ مثلث بندی چهار ضلعی با دو قطر

۹۱..... ۸.۶.۴ مثلث بندی چند ضلعی با نقطه داخلی

۹۳..... ۷.۴ برداشت سطح زمین

۹۳..... ۱.۷.۴ برداشت به منظور تعیین مساحت یا برداشت مساحی

۹۹..... ۲.۷.۴ برداشت به منظور تهیه پلان

۱۰۱..... ۸.۴ محاسبه مساحت

۱۰۴..... خودآزمایی ۴

فصل ۵: زاویه کش ها..... ۱۰۷

۱۰۷..... هدف های آموزشی

۱۰۸..... ۱.۵ مقدمه

۱۰۸..... ۲.۵ زاویه کش

۱۰۹	۱.۲.۵ تخته‌رسم
۱۰۹	۲.۲.۵ سه‌پایه
۱۰۹	۳.۲.۵ آلیداد
۱۱۱	۴.۲.۵ انحراف‌دهنده (جهت‌یاب مغناطیسی)
۱۱۲	۵.۲.۵ پرگار ضخامت (پنس شاقولی)
۱۱۲	۳.۵ ایستگاه‌گذاری
۱۱۲	۱.۳.۵ افقی قراردادن تخته رسم
۱۱۲	۲.۳.۵ استقرار در نقطه مورد نظر
۱۱۳	۳.۳.۵ توجیه کردن
۱۱۵	۴.۵ برداشت با تخته و سه‌پایه
۱۱۵	۱.۴.۵ برداشت ترسیمی به روش شعاعی
۱۱۵	۲.۴.۵ برداشت ترسیمی به روش پیمایش
۱۱۸	۵.۵ سرشکن کردن خطای پیمایش در روش ترسیمی
۱۱۹	خودآزمایی ۵

فصل ۶: نقشه‌های توپوگرافی ۱۲۱

۱۲۱	هدف‌های آموزشی
۱۲۲	۱.۶ مقدمه
۱۲۲	۲.۶ برداشت منحنی‌های تراز به روش تاکنومتری
۱۲۴	۳.۶ نیمرخ
۱۲۴	۱.۳.۶ روش مستقیم تهیه نیمرخ
۱۲۶	۲.۳.۶ روش غیرمستقیم تهیه نیمرخ
۱۲۷	۴.۶ روش‌های نمایش ارتفاع در نقشه
۱۲۷	۱.۴.۶ خطوط تراز
۱۲۸	۲.۴.۶ نمایش اشکال هندسی با منحنی‌های تراز (خطوط تراز)
۱۳۰	۵.۶ ارتفاعات مختلف
۱۳۰	۱.۵.۶ جلگه
۱۳۱	۲.۵.۶ کوه
۱۳۲	۳.۵.۶ شیار
۱۳۲	۴.۵.۶ دره

۱۳۲	 ۵.۵.۶ گرده
۱۳۲	 ۶.۶ تعیین عوارض ارتفاع با منحنی‌های تراز
۱۳۴	 ۷.۶ مشخصات خطوط تراز
۱۳۵	 ۶ خودآزمایی
۱۳۷	 پیوست‌ها
۱۹۵	 پاسخنامه
۱۹۹	 واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۲۰۰	 واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۲۰۲	 کتابنامه

پیشگفتار

برای اینکه انسان در امور مختلف زندگی برنامه‌ها و کارهای خود را بهتر به انجام برساند، لازم است برای هر کاری فکر کند و به اصطلاح نقشه بکشد. در مقیاس وسیع‌تر نیز برای اینکه بتوان در زمینه‌های مختلفی چون کشاورزی، عمران، معادن، زمین‌شناسی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، و... صحیح‌تر مطالعه و برنامه‌ریزی کرد، در اولین قدم باید به فکر تهیه برنامه کار و نقشه‌ای برای پیاده‌کردن کارها بود. در فصل ۱ این درس شما را با تعاریف و کلیاتی در مورد نقشه آشنا می‌کنیم. در فصل ۲ و ۳ به معرفی وسایل نقشه‌برداری می‌پردازیم که وسایل مشخص‌کننده نقاط، وسایل تعیین امتدادها، وسایل اندازه‌گیری فاصله‌ها، وسایل مربوط به اندازه‌گیری زوایا و شیب و وسایل مربوط به اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع را شامل می‌شود. در فصل‌های ۴ تا ۶ مباحث پیمایش، مثلث‌بندی، تهیه پلان، زاویه‌کش‌ها، نقشه‌های توپوگرافی، و تهیه نیمرخ تشریح می‌شود. ضمن فراگیری مطالب نظری، کارهای عملی نیز مطرح‌اند که می‌بایست در آزمایشگاه مرکز آموزشی یا در صحرا انجام شود.

همان‌گونه‌که در راهنمای مطالعه آمده، این درس برای رشته زمین‌شناسی است و هدف آن آشنا کردن دانشجویان با وسایل نقشه‌برداری، اصول کلی، و روش‌های پیاده کردن نقشه است تا در موقع کار صحرایی و پیاده‌کردن نقشه، زمین‌شناس بتواند کارهای خود را با نقشه‌بردار هماهنگ کند و به‌طور صحیح نقاط مورد نظر از دیدگاه زمین‌شناسی را برای نقشه‌بردار مشخص کند، تا زمین‌شناس به کمک نقشه‌بردار به راحتی بتواند از آن برای کارهای زمین‌شناسی استفاده کند.

راهنمای مطالعه

در عملیات درس زمین‌شناسی فیزیکی با نقشه‌های توپوگرافی آشنا شدید و اطلاعاتی در مورد نقشه کسب کردید. در این درس، یعنی نقشه‌برداری برای زمین‌شناسی سعی کرده‌ایم شما را به‌طور نظری و عملی با نقشه، وسایل و دستگاه‌های اندازه‌گیری طول، زاویه و اختلاف ارتفاع آشنا کنیم تا بتوانید اندازه‌گیری طول، زاویه، و اختلاف ارتفاع را عملاً انجام دهید. پیمایش و مساحی، مثلث‌بندی، کار با تئودولیت و نقشه‌برداری با تخته و سه پایه (زاویه‌کش‌ها) از موارد دیگری است که به‌طور نظری و عملی کار خواهد شد.

قبل از اینکه مطالعه هر فصل را شروع کنید، توصیه می‌کنیم هدف‌های کلی و آموزشی آن را مطالعه کنید. همچنین، پیشنهاد می‌کنیم پس از خواندن هر قسمت مجدداً هدف مربوط به آن را مطالعه کنید تا مطمئن شوید به هدف موردنظر رسیده‌اید. برای آزمایش میزان فراگیری مطالب درس خودآزمایی‌هایی مطرح شده است. به آن‌ها پاسخ دهید، سپس به منظور سنجش میزان فراگیری، پاسخ‌های خود را با پاسخ‌های آخر کتاب مقایسه کنید. از آنجا که این درس شامل واحد نظری و عملی است، پس از پایان هر فصل و انجام تمرین‌های آن باید با وسایل و دستگاه‌های اندازه‌گیری به‌تدریج آشنا شوید و عملاً اندازه‌گیری‌هایی را انجام دهید. کارهای عملی و اندازه‌گیری‌های لازم باید با کمک مدرس مربوط انجام شود. در پایان کتاب جدول‌هایی آمده است که می‌توانید از آن‌ها برای به دست آوردن خطوط مثلثاتی زوایا و نیز تعیین فواصل افقی و اختلاف ارتفاع استفاده کنید.

فصل ۱

کلیات

هدف‌های آموزشی

برای آشنایی با مسائل مربوط به نقشه‌برداری و چگونگی استفاده از دستگاه‌های مختلف نقشه‌برداری و تهیه نقشه‌های مختلف، لازم است با کلیاتی در مورد نقشه و ویژگی‌های مختلف آن آشنایی داشته باشیم. در این فصل به بررسی و توصیف این مقوله می‌پردازیم. بنابراین در این بخش:

با نقشه و ویژگی‌های کلی آن آشنا می‌شوید و اندازه‌گیری‌های مختلف در جهت‌یابی‌ها را فرا خواهید گرفت.

برای دستیابی به هدف کلی این فصل، لازم است پس از مطالعه متن قادر باشید:

۱. مفاهیم مختلف را تعریف کنید.

۲. نقشه و انواع آن را تعریف کنید.

۳. ویژگی‌های مختلفی را که در نقشه منعکس می‌شود نام ببرید و توضیح دهید.

۴. انواع شمال‌ها و چگونگی شناسایی و اندازه‌گیری آن‌ها را توضیح دهید.
۵. انواع جهت‌ها را توضیح دهید.
۶. چگونگی توجیه نقشه را بیان کنید.
۷. یک نقشه کامل را در دست بگیرید و بخوانید.

۱.۱ مقدمه

برای شروع کار نقشه‌برداری، داشتن اطلاعات کلی در مورد نقشه و آشنایی با مفهوم نقشه‌برداری و شناخت انواع نقشه، همین‌طور پی‌بردن به علایم و نشانه‌هایی که در نقشه به کار می‌روند بسیار ضروری است. به همین لحاظ در این فصل علاوه بر معرفی موارد فوق، به توضیح مقیاس و انواع آن، سیستم مختصات کروی و جغرافیایی، انواع شمال‌ها، گرا و توجیه نقشه می‌پردازیم.

۲.۱ نقشه

نقشه عبارت است از تصویر افقی عوارض طبیعی یا مصنوعی بخش مشخصی از زمین در مقیاس کوچک.

۱.۲.۱ انواع نقشه

تقسیم‌بندی نقشه‌ها براساس مقیاس و موضوع به شرح زیر است.

الف) تقسیم‌بندی نقشه‌ها از نظر مقیاس

برحسب مقیاس، نقشه‌ها را به شرح زیر دسته‌بندی می‌کنند:

۱. نقشه‌های جغرافیایی (یا نقشه‌های کوچک‌مقیاس) با مقیاس کوچک‌تر از $\frac{1}{۴۰۰۰۰۰}$

۲. نقشه‌های توپوگرافی (یا نقشه‌های متوسط‌مقیاس) با مقیاس $\frac{1}{۱۰۰۰۰}$ تا $\frac{1}{۲۰۰۰۰۰}$

۳. نقشه‌های بزرگ‌مقیاس با مقیاس $\frac{1}{۱۰۰۰}$ تا $\frac{1}{۱۰۰۰۰۰}$.

۴. پلان‌ها^۱ یا نقشه‌های خیلی بزرگ مقیاس با مقیاس $\frac{1}{1000}$ و بزرگ‌تر.

ب) تقسیم‌بندی نقشه‌ها از نظر موضوع

از نظر موضوعی که نقشه برای آن تهیه و به کار می‌رود، نقشه‌ها را به انواع زیر تقسیم می‌کنند:

۱. نقشه‌های مسطحاتی، حاوی جزئیات بدون ارتفاع
۲. نقشه‌های ارتفاعی (توپوگرافی)، حاوی ارتفاعات با منحنی‌های میزان
۳. نقشه‌های زمین‌شناسی، حاوی موضوعات زمین‌شناسی
۴. نقشه‌های آب‌شناسی، حاوی مسائل و موضوعات مربوط به آب‌ها
۵. نقشه‌های آماری، حاوی موضوعات آماری
۶. نقشه‌های سیاسی، حاوی مسائل و موضوعات سیاسی
۷. نقشه‌های اقتصادی، حاوی مسائل و موضوعات اقتصادی
۸. نقشه‌های دریایی (کشتیرانی)، حاوی مسیرهای آبی از لحاظ کشتیرانی
۹. نقشه‌های نظامی، حاوی موقعیت نقاط استراتژیک.

۳.۱ نقشه‌برداری

نقشه‌برداری که در آن ریاضیات عملی با فنون اندازه‌گیری و هنر ترسیم توأم شده، عبارت است از تعیین شکل مسطحاتی یا ارتفاعی عوارض زمین یا قطعاتی از آن روی صفحه افقی که شامل مراحل برداشت، محاسبه، و ترسیم می‌شود. این مراحل ممکن است قسمت‌هایی از معدن در زیر سطح زمین را نیز شامل شود.

۱.۳.۱ تقسیم‌بندی نقشه‌برداری از نظر کاربرد

نقشه‌برداری از نظر کاربرد، با توجه به اهداف ده‌گانه زیر انجام می‌شود.

۱. نقشه‌برداری آبی یا آب‌نگاری. این شیوه برای برداشت دریاچه‌ها، نهرها،

۱. نقشه‌های بزرگ مقیاس از قطعات کوچک زمین را گویند.

رودخانه‌ها، مخازن آب و مقاصد دریانوردی و نیز تعیین عمق دریاها و مسیر کشتی‌ها کاربرد دارد.

۲. **نقشه‌برداری هوایی.** در این شیوه نقشه‌برداری، از عکس‌های هوایی و زمینی که از منطقه مورد نظر گرفته شده است برای تهیه نقشه (مثلاً زمین‌شناسی و نظامی) استفاده می‌شود.

۳. **نقشه‌برداری زیرزمینی.** در تعیین مسیر تونل‌ها، متروها، و نظایر آن‌ها کاربرد دارد.

۴. **نقشه‌برداری ساختمانی.** بخشی از این نوع نقشه‌برداری برای نشان دادن محل و موقعیت نقاط مختلف ساختمانی و بخش دیگر برای تهیه نقشه‌های معماری ساختمان‌های قدیمی به منظور گسترش و مرمت آن‌ها به کار می‌رود.

۵. **نقشه‌برداری شهری.** هدف از این نوع نقشه‌برداری، تعیین موقعیت خیابان‌ها، منازل، مخازن آب، پارک‌ها و... است.

۶. **نقشه‌برداری توپوگرافی.** در نقشه‌برداری توپوگرافی پستی و بلندی‌های زمین و نوع و عوارض برداشت شده روی نقشه‌ها نمایش داده می‌شود.

۷. **نقشه‌برداری پلانی‌متری.** هدف این نوع نقشه‌برداری تعیین موقعیت مسطحاتی^۱ عوارض موجود در روی زمین است.

۸. **نقشه‌برداری مسیر.** در این نوع نقشه‌برداری، مسیر انواع جاده‌های زمینی مشخص می‌شود.

۹. **نقشه‌برداری ثبت املاکی (کاداستر).** از این شیوه نقشه‌برداری برای تعیین حدود مالکیت اشخاص و تفکیک اراضی استفاده می‌شود.

۱۰. **نقشه‌برداری نظامی.** هدف نقشه‌برداری نظامی تهیه نقشه‌های تاکتیکی و استراتژیکی و تنظیم تیر توپخانه و نظایر آن‌هاست.

۴.۱ مقیاس

معمولاً پس از اندازه‌گیری فواصل نقاط روی زمین، ابتدا آن‌ها را به فاصله افقی تبدیل می‌کنند و پس از کوچک کردن، روی کاغذ نقشه نشان می‌دهند. از این نظر مقیاس را به

۱. موقعیت مسطحاتی نقطه عبارت است از تعیین طول و عرض نقطه.

شکل زیر می‌توان تعریف کرد:

نسبت فاصله‌ای معین روی نقشه به مقدار واقعی آن (فاصله افقی) روی زمین.

۱.۴.۱ انواع مقیاس

مقیاس به دو صورت عددی (کسری) و ترسیمی (خطی) نشان داده می‌شود. با نگاه به حاشیه نقشه می‌توان این دو نوع مقیاس را مشاهده کرد.

الف) مقیاس عددی (کسری)

مقیاس عددی طبق رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$\text{مقیاس} = \frac{\text{ابعاد یا فواصل روی نقشه}}{\text{ابعاد یا فواصل مشابه افقی در طبیعت}}$$

بنابراین، فاصله واقعی دو نقطه مشخص در روی زمین که فاصله بین آن‌ها در نقشه با مقیاس $\frac{1}{50,000}$ ، ۱ سانتی‌متر است ۵۰۰۰۰ سانتی‌متر یا ۵۰۰ متر است.

ب) مقیاس ترسیمی (خطی)

در این روش، در حاشیه نقشه خط مدرجی مطابق شکل ۱.۱ رسم می‌شود که روی قطعات آن اعدادی نوشته شده که معرف فاصله واقعی در نقشه است. برای مثال، در شکل ۱.۱ فواصل ۲ سانتی‌متر در نقشه برابر ۱۰۰۰ متر در طبیعت است. بنابراین، اگر کنار نقشه‌ای این مقیاس رسم شده باشد، معرف این است که فواصل ۲ سانتی‌متری روی نقشه برابر ۱۰۰۰ متر روی زمین است که به صورت کسری به شکل $\frac{1}{50,000}$ نوشته می‌شود.



شکل ۱.۱ مقیاس ترسیمی

مقیاس را به دو دسته بزرگ و کوچک تقسیم‌بندی می‌کنند. اگر اندازه کسر بزرگ باشد (مثلاً $\frac{1}{500}$)، آن را مقیاس بزرگ و اگر کوچک باشد (مثلاً $\frac{1}{10000}$)، آن را مقیاس کوچک می‌نامند. به عبارت دیگر، هر چه مخرج کسر بزرگ‌تر باشد، مقیاس کوچک‌تر است. باید توجه داشت که مقیاس مربوط به اندازه فاصله یا به عبارت دیگر مربوط به یک بعد است و در مورد سطح چون دوبعدی است باید مجذور مقیاس در نظر گرفته شود. برای مثال، نقشه قطعه زمین مستطیلی‌شکلی به ابعاد ۲ و ۳ متر با مقیاس $\frac{1}{100}$ عبارت از مستطیلی به ابعاد ۲ در ۳ سانتی‌متر خواهد بود. حال اگر بخواهیم از روی نقشه ابعاد زمین را به دست آوریم، باید اضلاع شکل را با خط‌کش اندازه بگیریم و مقادیر حاصل را که در این مثال ۲ و ۳ سانتی‌متر است در عکس مقیاس یعنی ۱۰۰ ضرب کنیم تا مقدار واقعی ابعاد زمین که ۲ و ۳ متر است به دست آید. در این مثال چون اضلاع مستطیل روی نقشه ۲ و ۳ سانتی‌متر است، پس مساحت آن ۶ سانتی‌مترمربع خواهد بود. عکس مقیاس عدد ۱۰۰، و مجذور آن $100^2 = 10000$ است. لذا، مساحت زمین خواهد شد:

$$6 \times 10000 = 60000 \text{ سانتی متر}$$

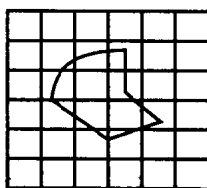
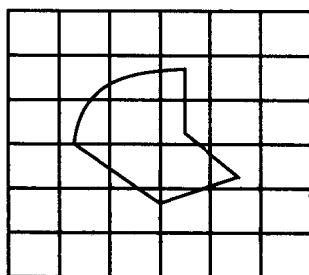
$$60000 : 10000 = 6 \text{ مترمربع}$$

۲.۴.۱ تغییر مقیاس

نقشه‌ها و پلان‌ها موارد استعمال گوناگونی دارند. در بعضی موارد لازم است مقیاس آن‌ها برای اهداف مشخصی تغییر کند و نقشه یا پلانی با مقیاس جدید تهیه شود. با توجه به دقت و وسعت نقشه یا پلان، یکی از سه روش ترسیمی، مکانیکی، یا نوری را می‌توان به کار برد.

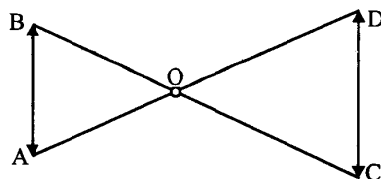
الف) روش ترسیمی

این روش ساده‌ترین و کم‌دقت‌ترین روش تغییر مقیاس است. در این روش ابتدا نقشه اصلی به طور کامل شبکه‌بندی می‌شود و ورقه ترسیم با مقیاس دلخواه شبکه‌بندی می‌گردد. سپس نقشه اصلی و ورقه ترسیم را در کنار هم قرار می‌دهند و نقاط مشخص نقشه اصلی را به ورقه تقسیم منتقل می‌کنند (شکل ۲.۱).



شکل ۲.۱ تغییر مقیاس به روش ترسیمی

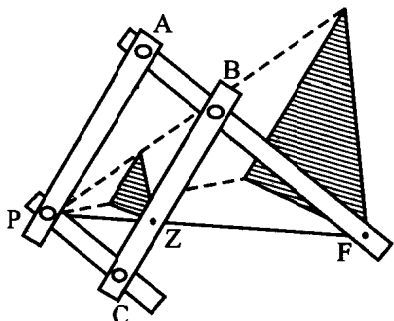
وسیله ساده دیگر، پرگار تبدیل مقیاس است. این وسیله پرگاری دوطرفه و مرکب از دو میله مدرج با محور قابل تغییر است که براساس مثلث‌های متشابه ساخته شده و فواصل دو نوک پرگار در دو طرف با یکدیگر متناسب‌اند. با تغییر محور دوران پرگار می‌توان نسبت متناسب فواصل دهانه‌های پرگار را برای تغییر مقیاس تغییر داد (شکل ۳.۱).



شکل ۳.۱ پرگار تبدیل مقیاس

ب) روش مکانیکی

در این روش از دستگاهی به نام مشابه‌نگار (پانتوگراف) استفاده می‌شود. این دستگاه ساده از یک متوازی‌الاضلاع مفصل‌دار تشکیل شده که ضلع AB بازوی متحرک با سوزن F و ضلع BC بازوی مداد ترسیم Z است (شکل ۴.۱).



شکل ۴.۱ وسیله مکانیکی تبدیل مقیاس