

برداشت و مساحی

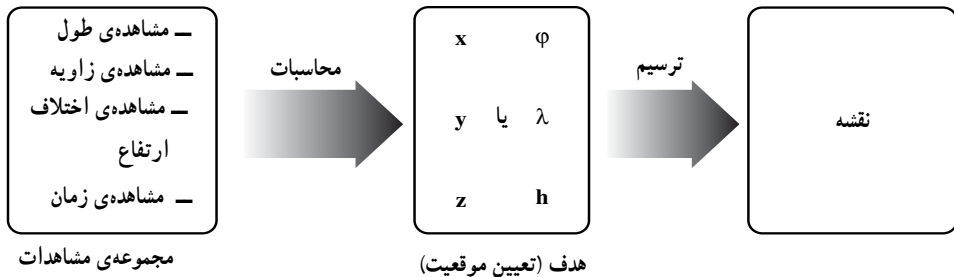
- هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:
- ۱- برداشت را تعریف کرده و منظور از انجام عملیات برداشت را بیان کند.
 - ۲- برداشت سطح زمین به طریقه‌ی تجزیه‌ی زمین به مثلث‌ها را انجام دهد.
 - ۳- برداشت سطح زمین به روش افست را انجام دهد.
 - ۴- برداشت سطح زمین توسط دو یا چند هادی را انجام دهد.
 - ۵- مساحت یک قطعه زمین را به روش تقسیم نقشه به اشکال منظم هندسی، محاسبه کند.
- ۶- مساحت یک قطعه زمین را با استفاده از پلانیمتر اندازه بگیرد.
 - ۷- مساحت یک قطعه زمین را با استفاده از کاغذ میلیمتری اندازه بگیرد.
 - ۸- مساحت یک قطعه زمین را به طریقه توزین اندازه‌گیری کند.



برداشت و مساحی^۱

برداشت چیست؟ خطوط هادی چه کاربردی دارند؟ مساحت یک قطعه زمین منحنی شکل که شکل مشخصی ندارد را چگونه محاسبه کنیم؟

برداشت یک قطعه زمین با استفاده از وسایل ساده نقشه برداری منظور از برداشت یک قطعه زمین به دست آوردن و یادداشت کردن تمام اندازه‌های طولی و زاویه‌ای عوارض طبیعی و مصنوعی آن است که برای رسم نقشه‌ی آن زمین مورد نیاز است. برای انجام برداشت، لازم است ابتدا به شناسایی منطقه‌ای که زمین مورد نظر در آن قرار دارد پرداخت و محدوده‌ی کار را مشخص کرد. و عوارض طبیعی و مصنوعی مرزهای زمین را بررسی و نقاط برداشت را مورد شناسایی قرار دهیم.



روشهای مختلف برداشت

برای برداشت یک قطعه زمین به روشهای مختلف می‌توان اقدام کرد که عبارتند از:

— برداشت به روش افست

— برداشت به توسط دو یا چند خط هادی

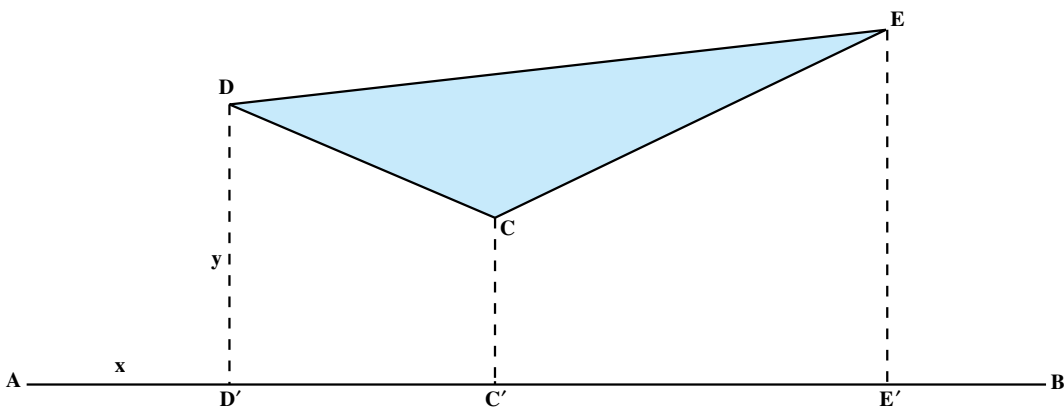
برداشت به روش افست — برای اجرای این روش، یک نوار اندازه‌گیری و گونئی مساحی

کفایت می‌کند. در این روش یک خط راست را به منزله‌ی خط هادی، یا خط مبنا انتخاب می‌کنند.

سپس از رئوس کثیرالاضلاع محیط زمین عمودهایی را بر خط مزبور وارد می‌سازند (شکل ۱-۴). به

این ترتیب برای هر یک از نقاطی که می‌خواهیم آن‌ها را روی نقشه مشخص کنیم، دو طول اندازه‌گیری

۱- منظور، برداشت با وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری است.



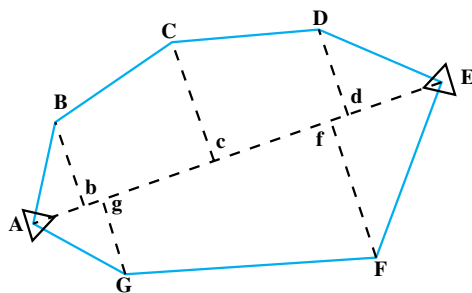
شکل ۴-۱

می شود که همان x و y آن نقاط در محور مختصات است و به کمک آن‌ها نقشه رسم می شود. از این دو طول در واقع یکی فاصله‌ی نقطه تا خط مبنا (y) و دیگری فاصله‌ی پای عمود تا نقطه‌ی مبدأ (x) است. اندازه‌های مذکور در جدولی مطابق جدول (۴-۱) یادداشت می شود.

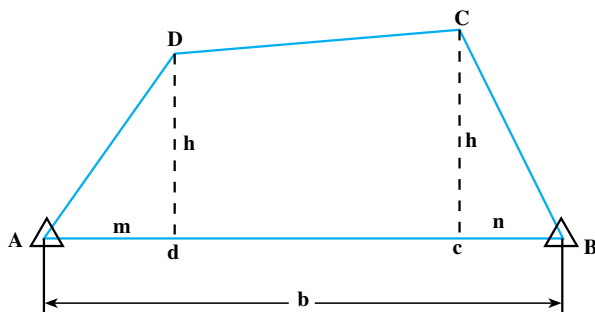
جدول ۴-۱

نقاط	x	y	کروکی و توضیحات
D	AD'	DD'	
C	AC'	CC'	
E	AE'	EE'	

حال با توجه به جدول مذکور می توان نقشه‌ی زمین را با مقیاس معین بر روی کاغذ رسم کرد.
خط هادی ممکن است در خارج از محیط قطعه زمین قرار گرفته و یا با آن نقاط مشترکی داشته باشد و یا حتی در داخل زمین انتخاب شود.

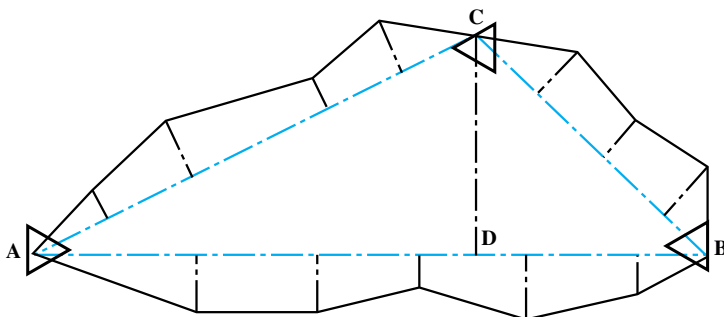


شکل ۴-۲



شکل ۴-۳

برداشت به توسط دو یا چند هادی - گاهی برای سهولت عملیات برداشت، به جای یک خط از دو یا چند خط هادی استفاده می‌شود. در این صورت باید وضعیت خطوط هادی را نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری کرد. در شکل (۴-۴) برداشت قطعه زمین با استفاده از سه خط هادی نشان داده شده است. هر یک از سه ضلع مثلث ABC در واقع یک خط هادی هستند و با وارد کردن عمودهایی از رئوس محیط زمین بر اضلاع مثلث مذکور، می‌توانیم قطعه زمین را برداشت کنیم.



شکل ۴-۴

لازم به ذکر است که در موقع برداشت باید مشخصات سه خط هادی را نیز تعیین و اندازه گیری کرد.

شرایط انتخاب خط هادی: در انتخاب خط یا خطوط هادی باید شرایط زیر را در نظر گرفت:

- ۱- اندازه گیری خط هادی راحت و سریع باشد.
- ۲- از روی آن تعداد زیادی از رئوس قطعه زمین دیده شود.
- ۳- خط هادی باید نزدیک و در امتداد بزرگترین بُعد زمین باشد تا خطوط عمود بر آن کوتاه تر شوند.

مساحی

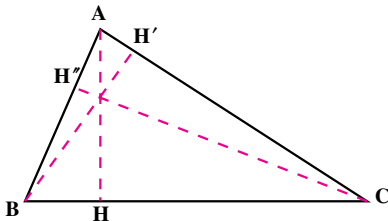
محاسبه‌ی مساحت تصویر افقی یک قطعه زمین را مساحی می‌گویند. برای مساحی اراضی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که به شرح زیر است:

- محاسبه‌ی مساحت با تقسیم شکل زمین به اشکال منظم هندسی.
- محاسبه‌ی مساحت زمینی که قسمتی از محیط یا تمام آن منحنی است.
- تعیین مساحت با پلانیمتر.
- تعیین مساحت با استفاده از کاغذهای میلیمتری.
- تعیین مساحت با وزن کردن نقشه.

الف - محاسبه مساحت با تقسیم نقشه به اشکال منظم هندسی: این روش در صورتی امکان پذیر است که کناره‌های قطعه زمین تقریباً خط مستقیم باشد. بسته به اینکه شکل زمین چگونه باشد، با استفاده از قوانین هندسه به طرق زیر مساحت آن را اندازه می‌گیرند:

۱- مساحی زمین مثلثی شکل: می‌دانیم که مساحت مثلث از حاصلضرب قاعده در نصف ارتفاع به دست می‌آید. در شکل (۴-۵) مساحت مثلث برابر است با:

$$S = BC \times \frac{AH}{2}$$

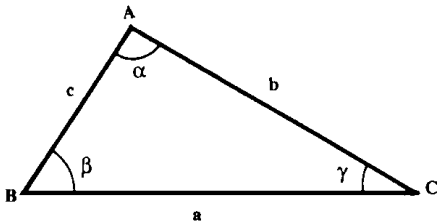


شکل ۴-۵

مثال: درقطعه زمین مثلث شکلی طول قاعده برابر ۱۰ متر و ارتفاع وارد بر همان قاعده (AH) برابر ۶ متر است، مساحت آن را حساب کنید.

حل: با توجه به شکل $S = BC \times \frac{AH}{2}$ پس خواهیم داشت:

$$S = 10 \times \frac{6}{2} = 30 \text{ متر مربع}$$



شکل ۴-۶

اگر اندازه گیری ارتفاعات مقدور نباشد، می توان با داشتن اندازه دو ضلع و یک زاویه ی مثلث مساحت آن را از فرمول های زیر با توجه به شکل (۴-۶) محاسبه کرد:

$$S = \frac{1}{2} b.c \sin \alpha$$

مثال: در مثلث فرضی ABC طول اضلاع b و c به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر و زاویه α برابر ۳۰ درجه است، مساحت آن را حساب کنید.

$$S = \frac{1}{2} b.c \sin \alpha$$

حل:

$$S = \frac{1}{2} \times 40 \times 20 \times \frac{1}{2} \Rightarrow S = 200 \text{ متر مربع}$$

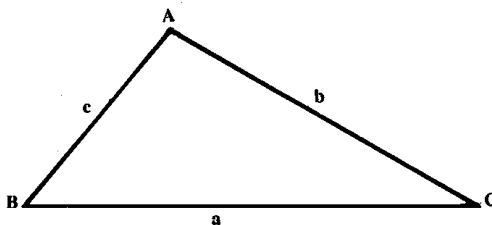
اگر به جای زوایا فقط طول سه ضلع مثلث در دست باشد می توان از فرمول زیر مساحت مثلث را محاسبه کرد:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

در فرمول مذکور مقدار P در واقع نصف محیط مثلث است، یعنی:

$$P = \frac{a+b+c}{2}$$

در این فرمول a و b و c طول اضلاع مثلث هستند (مطابق شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷

مثال: زمینی است به شکل مثلث که طول اضلاع آن عبارتند از $a = 65$ و $b = 50$ و $c = 33$ متر، مساحت آن را حساب کنید.
 حل: ابتدا مقدار P را به دست می‌آوریم.

$$P = \frac{a+b+c}{2} \Rightarrow P = \frac{65+50+33}{2} = 74$$

اکنون در فرمول $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ مقدار آن‌ها را قرار می‌دهیم:

$$S = \sqrt{74(74-65)(74-50)(74-33)}$$

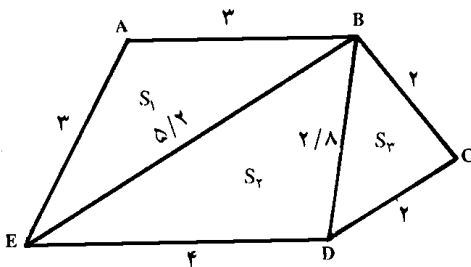
$$S = 809/53 \text{ متر مربع}$$

۲- مساحتی زمین چهار گوش: مساحت مستطیل از حاصلضرب طول در عرض آن و مساحت دوزنقه از حاصلضرب مجموع دو قاعده در نصف ارتفاع آن به دست می‌آید. پس در شکل (۴-۸) مساحت دوزنقه از فرمول $S = (AB+DC) \frac{AH}{2}$ به دست می‌آید، و برای این کار لازم است که طول اضلاع AB و DC و ارتفاع AH اندازه گیری شوند.



شکل ۴-۸

مثال: زمینی است به شکل دوزنقه که طول دو قاعده‌ی آن به ترتیب برابر ۱۲ و ۲۰ متر و ارتفاع وارد بر آن‌ها ۱۰ متر است، مساحت آن را حساب کنید.
 حل:



شکل ۴-۹

متر مربع $S = (20+12) \times \frac{10}{2} \Rightarrow S = 160$
 اگر زمین به شکل چند ضلعی غیر منتظم باشد، (شکل ۴-۹) می‌توان به روش مثلث بندی با تبدیل آن به دو یا چند مثلث و با استفاده از فرمول‌هایی که قبلاً ذکر شد، مساحت آن را به دست آورد.

مثال: در شکل (۹-۴) یک پنج ضلعی به سه مثلث تقسیم شده و اضلاع مثلث‌ها داده شده است، مساحت این پنج ضلعی را حساب کنید.

حل:

$$P_1 = \frac{3+3+5/2}{2} \Rightarrow P_1 = \frac{11/2}{2} = 5/6$$

$$S_1 = \sqrt{5/6(5/6-3)(5/6-3)(5/6-5/2)} = \sqrt{514} = 3/89m$$

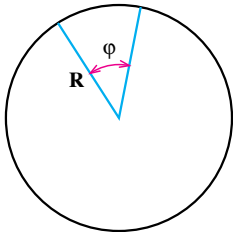
$$P_2 = \frac{4+2/8+5/2}{2} \Rightarrow P_2 = \frac{12}{2} = 6$$

$$S_2 = \sqrt{6(6-4)(6-2/8)(6-5/2)} = \sqrt{30/72} = 5/54m$$

$$P_3 = \frac{2+2+2/8}{2} \Rightarrow P_3 = \frac{6/8}{2} = 3/4$$

$$S_3 = \sqrt{3/4(3/4-2)(3/4-2)(3/4-2/8)} = \sqrt{4} = 2 \text{ متر مربع}$$

$$S_1 + S_2 + S_3 = 3/89 + 5/54 + 2 = 11/43 \text{ (کل مساحت)}$$



شکل ۱۰-۴

۳- مساحتی زمینی که قطاع یک دایره است: همان

طوری که می‌دانید مساحت دایره برابر است با: $S = \pi R^2$ ، اما برای

محاسبه‌ی سطح قطاع یک دایره مطابق شکل (۱۰-۴) بایستی از

فرمول $S = \frac{\pi R^2}{360} \phi$ استفاده شود که در آن S مساحت و R شعاع

و ϕ زاویه‌ی مرکزی قطاع است.

مثال: اگر زمینی قطاع دایره‌ای باشد که شعاع آن دایره برابر

۱۵ متر و زاویه‌ی ϕ مساوی ۴۵ درجه باشد، سطح قطاع آن را حساب کنید.

$$S = \frac{\pi R^2}{360} \times \phi \Rightarrow S = \frac{3/14 \times 15^2}{360} \times 45 \Rightarrow S = 88/31 \text{ حل:}$$

۴- مساحتی زمینی که شکل غیر منتظم دارد: معمولاً شکل اراضی زراعی به صورت

غیر منتظم است و شکل هندسی مشخصی ندارد. برای محاسبه‌ی مساحت این گونه اراضی، ابتدا

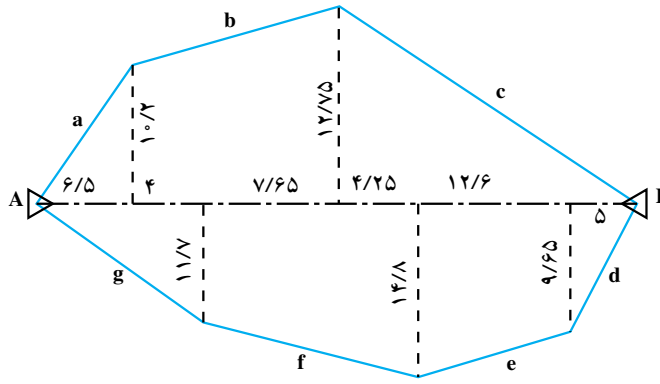
باید آن را به چندین شکل هندسی منتظم تقسیم کرد و سپس مساحت هر یک از اشکال هندسی

حاصله را محاسبه و با هم جمع می‌کنیم.

مثال: زمین شکل (۱۱-۴) را از طریق رسم خطوط هادی به ۷ قطعه با اشکال مثلث یا دوزنقه

تقسیم کرده‌ایم که به راحتی می‌توان مساحت هر یک را با اندازه‌گیری قاعده‌ها و ارتفاع‌ها محاسبه و

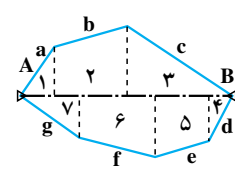
در جدول ۴-۲ درج کرده و بالاخره مساحت کل زمین را به دست می‌آوریم.



شکل ۴-۱۱

جدول ۴-۲

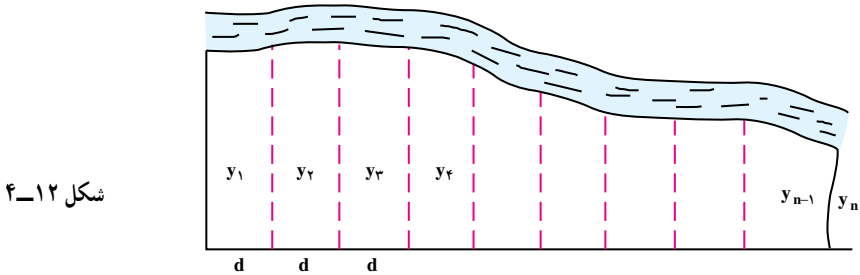
شماره‌ی بلوک :		تاریخ :		عامل :		کمک عامل :	
شماره‌ی قطعه		شکل قطعه		ارتفاع به متر		مساحت به متر	
۱	مثلاث	۱۰/۲	۶/۵	۳۳/۱۵			
۲	دوزنقه	۱۱/۶۵	۱۰/۲+ ۱۲/۷۵	۱۳۳/۶۸			
۳	مثلاث	۱۲/۷۵	۲۱/۸۵	۱۳۹/۲۹			
۴	مثلاث	۹/۶۵	۵	۲۴/۱۲			
۵	دوزنقه	۱۲/۶	۹/۶۵+ ۱۴/۸	۱۵۴/۰۳			
۶	دوزنقه	۱۱/۹	۱۴/۸+ ۱۱/۷	۱۵۷/۶۷			
۷	مثلاث	۱۱/۷	۱۰/۵	۶۱/۴۲			
مساحت کل قطعه زمین ۷۰۳/۳۶ متر مربع							



ب - محاسبه‌ی مساحت زمینی که قسمتی از محیط یا تمام محیط آن به شکل منحنی است: اگر زمینی به شکل (۴-۱۲) باشد و دقت زیادی برای اندازه‌گیری مساحت آن مورد نیاز

نباشد، می‌توان آن را به تعدادی دوزنقه هم ارتفاع تقسیم کرده، سپس با استفاده از فرمول زیر مساحت آن را محاسبه می‌کنیم:

$$S = d \left(\frac{y_1}{2} + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2} \right)$$



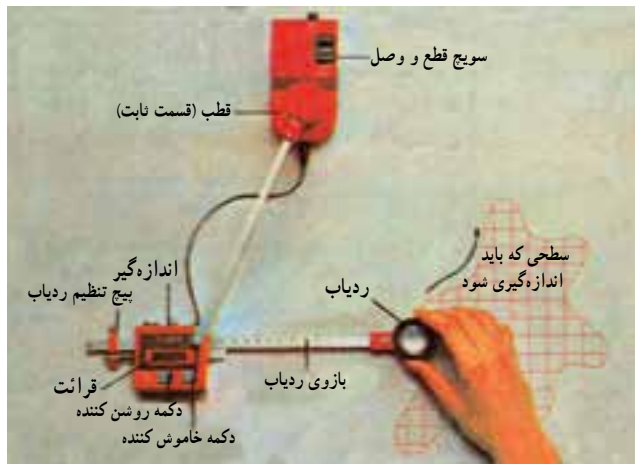
شکل ۴-۱۲

مثال: اگر در شکل (۴-۱۲) مقدار $d = 10$ متر و مقادیر y ها به ترتیب برابر اعداد ۲۵، ۲۵، ۲۵، ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۹ متر باشد، مساحت زمین را حساب کنید.

$$S = 10 \left(\frac{25}{2} + 25 + 25 + 20 + 15 + 10 + 10 + 10 + 10 + \frac{9}{2} \right) \quad \text{حل:}$$

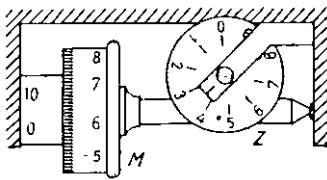
$$S = 10 \left(\frac{34}{2} + 140 \right) = 1570 \text{ m}^2$$

ج - تعیین مساحت با پلانیمتر - در روش‌هایی که تاکنون ذکر شد، فرض بر این بود که زمین از خطوط مستقیم یا قوسی از دایره تشکیل شده باشند. حال اگر کناره‌ی زمین از منحنی‌هایی نامشخص تشکیل یافته باشد، استفاده از این روش مشکل خواهد بود. در این گونه مواقع می‌توان از دستگاهی به نام پلانیمتر یا مساحت‌سنج استفاده کرد (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۳

طرز کار پلانیمتر: برای تعیین مساحت یک سطح ابتدا وزنه را در خارج از شکل نقشه قرار می‌دهیم، به طوری که سوزن بتواند در جهت عقربه‌های ساعت تمام طول محیط سطح مورد نظر را به راحتی دور بزند. حال پس از کنترل چرخ و کنتور، ارقام کنتور را صفر می‌کنیم. با استفاده از دستگیره، سوزن را در روی محیط شکل به پیش می‌بریم، پس از اتمام دور اول گردش سوزن، مجدداً این کار را تکرار می‌کنیم. عملاً ده بار منحنی دور نقشه را طی کرده و در خاتمه رقم کنتور را که در واقع ده برابر محیط شکل است قرائت کرده و آن را به ده تقسیم می‌کنیم. به این ترتیب عدد حاصله میانگین ارقام حاصل از ده بار اندازه‌گیری محیط شکل و از دقت بیشتری برخوردار خواهد بود. حال اگر این رقم به دست آمده را به ثابت پلانیمتر ضرب کنیم مساحت زمین مورد نظر به دست خواهد آمد.



قرائت دستگاهی شمارش: ۳۵۸۴

شکل ۱۴-۴

برای به دست آوردن عدد ثابت پلانیمتر که توسط کارخانه‌ی سازنده دستگاه برای مقیاس‌های مختلف بر روی قاب آن حک شده به این ترتیب عمل می‌کنند که ابتدا با حرکت یک دور کامل سوزن بر روی محیط مربعی که با توجه به مقیاس ترسیم شده و محیط آن معلوم است رقم کنتور را قرائت می‌کنیم (M). حال اگر مساحت مربع مذکور مثلاً ۱۰۰۰ متر مربع باشد، عدد ثابت پلانیمتر برابر $\alpha = \frac{1000}{M}$ خواهد بود.

در شکل (۱۴-۴) دستگاه شمارش یا کنتور یکی از انواع پلانیمتر را مشاهده می‌کنید. در این شکل عدد ۳ در روی صفحه‌ی Z و عدد ۵۸ در روی چرخ M و عدد ۴ در روی ورنیه خوانده می‌شود. پس عدد کامل قرائت شده ۳۵۸۴ خواهد بود.

مثال: دور شکل زمینی را بر روی نقشه‌ای با پلانیمتر اندازه‌گیری کرده‌ایم و با محاسبه‌ی هر دور شکل عدد ۵۲ به دست آمده است. حال اگر عدد ثابت پلانیمتر ۵۰ متر مربع باشد، حساب کنید مساحت این زمین چقدر است؟

$$S = 52 \times \alpha \Rightarrow S = 52 \times 50 = 2600 \text{ متر مربع} \quad \text{حل:}$$

د- تعیین مساحت با استفاده از کاغذ میلیمتری (روش ترسیمی): یکی از راه‌های اندازه‌گیری مساحت نقشه این است که یک کاغذ میلیمتری شفاف روی نقشه قرار داده و خطوط محیط نقشه را بر روی کاغذ میلیمتری انتقال می‌دهیم. سپس با شمردن تعداد خانه‌های مربعی شکل کاغذ میلیمتری که در محدوده‌ی شکل مورد نظر قرار گرفته‌اند مساحت آن به دست می‌آید. برای سهولت کار بهتر است بزرگترین ضلع نقشه را روی یک خط راست کاغذ میلیمتری منطبق کرد.

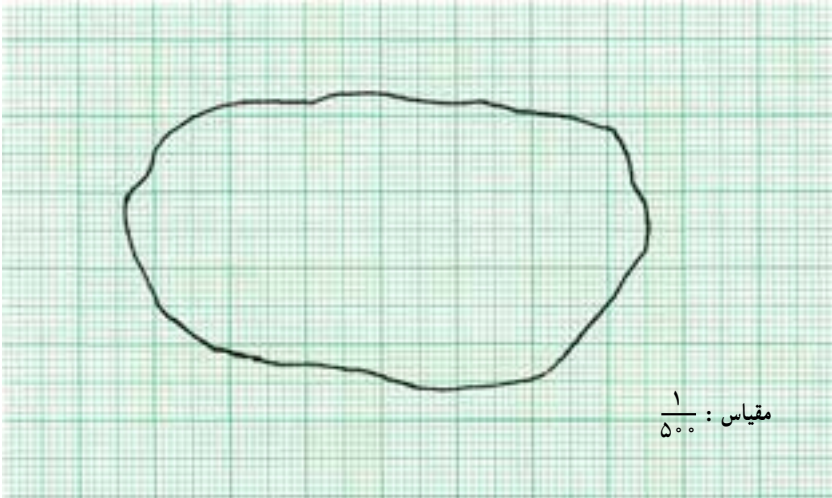
مثال: مقیاس نقشه‌ای $\frac{1}{500}$ است (شکل ۱۶-۴)، کاغذ شفاف با تقسیمات میلیمتری را

روی شکل قرار داده و سانتیمترها و میلیمترهای موجود در داخل محیط شکل را شمرده ایم، تعداد آن‌ها ۲۰ سانتیمتر مربع و ۱۵ میلیمتر مربع است. سطح زمین مورد نظر چقدر است؟

$$S = \frac{d}{D} \Rightarrow \frac{1}{500} = \frac{1^{\text{cm}}}{D} \Rightarrow D = 500^{\text{cm}}$$

حَلّ:

$D = 5^{\text{m}}$ مقدار طول در روی زمین بازای یک سانتیمتر



شکل ۱۵-۴

از روی مقیاس می‌توان گفت که یک سانتیمتر مربع مساحت روی نقشه برابر ۲۵ متر مربع بر روی زمین است. پس:

$$20 \times 25 = 500^{\text{m}^2}$$

$$S = \frac{d}{D} \Rightarrow \frac{1}{500} = \frac{1^{\text{mm}}}{D} \Rightarrow D = 500^{\text{mm}} = 0.5^{\text{m}}$$

همچنین از روی مقیاس نتیجه می‌گیریم که یک میلیمتر مربع مساحت روی نقشه برابر است با ۲۵/۰ متر مربع روی زمین. پس:

$$0.25 \times 15 = 3.75^{\text{m}^2}$$

$$500 + 3.75 = 503.75^{\text{m}^2}$$

و مساحت کل زمین خواهد بود:

هـ — تعیین مساحت نقشه با وزن کردن آن (روش توزینی): برای محاسبه‌ی مساحت نقشه از وزن کردن نیز می‌توان استفاده کرد. برای این منظور ابتدا مساحت معینی از کاغذ رسم

نقشه را در یک ترازوی بسیار دقیق وزن کرده و سپس حدود نقشه را دقیقاً بر روی کاغذ مشابه کاغذ توزین شده رسم می‌کنند، آن را از بقیه‌ی کاغذ بریده و جدا و وزن می‌کنند. حال با تناسب ساده، مساحت نقشه تعیین می‌شود. البته این روش چندان دقیق نیست.

مثال: نقشه زمینی را روی کاغذ رسم کرده، محیط آن را بریده سپس وزن کرده‌ایم. برابر 1° گرم شده است. اگر مساحت هر 100 گرم از آن کاغذ برابر 10000 سانتیمتر مربع و مقیاس نقشه $\frac{1}{10000}$ باشد، مساحت زمین را حساب کنید.

حل:

$$100 \text{ gr} \quad 10000 \text{ cm}^2$$

$$10 \quad x = \frac{10 \times 10000}{100} = 1000 \text{ cm}^2$$

یعنی مساحت زمین در روی کاغذ 1000 سانتیمتر مربع است. حال اگر آن را به مقیاس تبدیل کنیم می‌شود:

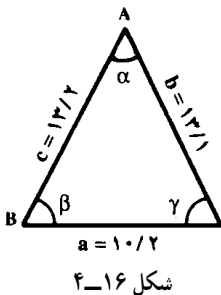
$$S = 10000 + \left(\frac{1}{10000}\right)^2 = 10000 \times 10^8 = 10^{13} \text{ cm}^2$$

$$10^{13} \times 10^{-4} = 10^9 \text{ متر مربع}$$

مسائل

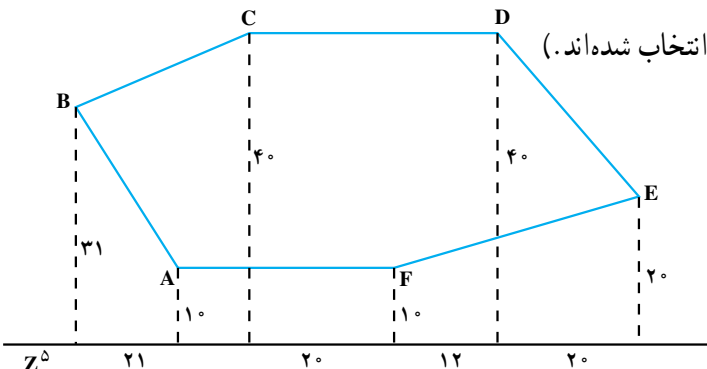
۱- اضلاع یک زمین مثلثی شکل را اندازه‌گیری کرده‌ایم، اعداد $a = 10/2$ و $b = 13/1$ و $c = 13/2$ متر به دست آمده‌اند.

این مثلث را با مقیاس $\frac{1}{200}$ رسم کنید (شکل ۱۶-۴).



۲- قطعه زمینی مطابق شکل (۱۷-۴) موجود است، مشخصات آن به طریقه‌ی استفاده از خط هادی برداشت شده است، نقشه آن را با

مقیاس $\frac{1}{500}$ رسم کنید.



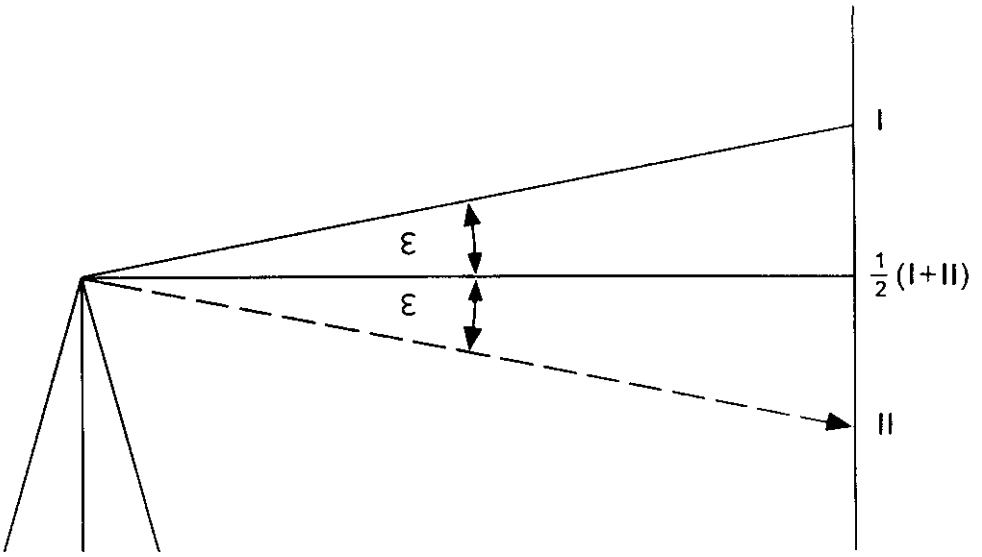
شکل ۱۷-۴

- ۳- دور شکل زمینی را با پلانیمتر اندازه گرفته‌ایم، میانگین رقم خوانده شده برای هر دور ۱۶۵ است. اگر ثابت پلانیمتر ۱۰۰ متر مربع باشد، مساحت زمین مذکور را حساب کنید.
- ۴- نقشه زمینی را روی کاغذ کالک رسم کرده و محیط آن را بریده سپس وزن کرده‌ایم برابر ۲۰ گرم شده است. اگر مساحت هر ۱۰۰ گرم از آن کاغذ برابر یک متر مربع و مقیاس نقشه $\frac{1}{10000}$ باشد، مساحت زمین را حساب کنید.
- ۵- یکی از مزارع و یا ساختمان‌های هنرستان را به روش افست برداشت نمایید.
- ۶- با اندازه‌گیری مساحت نقشه مربوط به قسمتی از هنرستان خود توسط پلانیمتر و اندازه‌گیری مستقیم آن از روی زمین دقت کار خود را کنترل نمایید.

خطا و اشتباه

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

- ۱- خطا را تعریف کند.
- ۲- انواع خطاها را تعریف کند.
- ۳- میانگین اندازه‌گیری را محاسبه کند.
- ۴- فرق بین خطا و اشتباه را تشخیص دهد.
- ۵- خطا و اشتباه در اندازه‌گیری مسافت را توضیح دهد.



خطا یعنی چه؟ چگونه به وجود می آید؟ فرق آن با اشتباه چیست؟ چگونه می توان خطا را کم کرد و از بروز اشتباهات جلوگیری کرد؟
اندازه گیری هایی که در نقشه برداری انجام می گیرند، باید تا حد ممکن بدون اشتباه بوده و خطا را به حداقل برسانیم، اما چون پایه ی اندازه گیری ها به حواس انسان بستگی دارد و از طرفی چون ساختمان وسایل اندازه گیری به علت دقت محدود انسان، کامل نیست، لذا این اندازه گیری ها نیز به مقدار مطلق و واقعی خود نمی رسند.

جدول ۱-۵

اعداد اندازه گیری شده	دفعات اندازه گیری
۳۴۷/۴۷	۱
۳۴۷/۵۲	۲
۳۴۷/۴۸	۳
۳۴۷/۴۹	۴
۳۴۷/۵۳	۵
۳۸۹/۱۰	۶
۳۴۷/۴۹	۷
۳۴۷/۵۰	۸
۳۴۷/۵۰	۹
۳۴۷/۵۲	۱۰

اگر یک کمیت را چند بار اندازه بگیریم، ملاحظه می کنیم که اغلب اعداد به دست آمده در اندازه گیری های متعدد با یکدیگر اختلاف دارند. مثلاً طول یک قطعه زمین ده بار اندازه گیری شده و ارقام آن در جدول (۱-۵) درج گردیده است. همانطور که می بینید اعداد اکثر اندازه گیری ها با هم برابر نیستند. یکی از اعداد اندازه گیری شده با اعداد دفعات دیگر، اختلاف فاحشی دارد (اعداد مربوط به بار ششم). با مقایسه ی این اعداد می توان به این نتیجه رسید که اعداد مربوط به اندازه گیری بار ششم نمی تواند قابل قبول باشد و اندازه ی حقیقی کمیت مورد نظر باید با این یک عدد فاصله ی زیادی داشته باشد. می توان گفت که در این یک بار اشتباهی رخ داده است، و لذا باید از این رقم چشم پوشی کرد.

معمولاً اشتباه در اثر بی تجربگی، فراموشی و بی توجهی عامل و یا نقص دستگاه پیش می آید.

حال سؤال این است که اندازه حقیقی کمیت مورد نظر چه رقمی است؟ چون اعداد با هم اختلاف دارند پس می‌توان اظهار کرد که در بسیاری از دفعات اندازه‌گیری خطا رخ داده است، به طوری که نمی‌شود اندازه‌ی دقیق و حقیقی را از بین این اعداد انتخاب کرد. اما برای اینکه عددی را به دست آوریم که به احتمال زیاد به اندازه‌ی حقیقی کمیت نزدیکتر باشد، باید مجموع اعداد به دست آمده در ۹ بار اندازه‌گیری را محاسبه و به عدد ۹ (دفعات اندازه‌گیری بدون اشتباه) تقسیم کرد (طبق جدول ۲-۵). پس بهترین مقدار برای هر کمیت از فرمول زیر به دست خواهد آمد:

$$x = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

یا:

در این فرمول x را میانگین اندازه‌گیری یا محتمل‌ترین مقدار و یا بهترین جواب برای یک کمیت، و $\sum x_i$ مجموع مقادیر اندازه‌گیری و n تعداد دفعات اندازه‌گیری است:

جدول ۲-۵

دفعات اندازه‌گیری (n)	اعداد اندازه‌گیری شده
۱	۳۷۴/۴۷
۲	۳۴۷/۵۲
۳	۳۴۷/۴۸
۴	۳۴۷/۴۹
۵	۳۴۷/۵۳
۷	۳۴۷/۴۹
۸	۳۴۷/۵۰
۹	۳۴۷/۵۰
۱۰	۳۴۷/۵۲
مجموع مقادیر	$\sum x_i = ۳۱۲۷/۵$
میانگین اندازه‌گیری	$x = \frac{\sum x_i}{n}$ $x = \frac{۳۱۲۷/۵}{۹}$ $x = ۳۴۷/۵$

خطا

اگر اندازه حقیقی یک کمیّت برابر a و مقدار اندازه‌گیری آن کمیّت برابر a' باشد، تفاوت a و a' را خطای اندازه‌گیری آن کمیّت می‌گویند. به عبارت دیگر خطا عبارت است از میزان تفاوت بین مقدار حقیقی و مقدار اندازه‌گیری شده یک کمیّت. اگر خطا را با e نشان دهیم، مقدار آن $e = a - a'$ خواهد بود. مقدار e ممکن است مثبت و یا منفی باشد.

انواع خطاها

خطاها را بر حسب نوع به وجود آمدن آن‌ها به دو دسته تقسیم می‌کنند:

– خطاهای تدریجی

– خطاهای اتفاقی

خطاهای تدریجی یا سیستماتیک

این نوع خطاها در هر دفعه‌ای اندازه‌گیری تکرار می‌شوند و از مهمترین نوع خطاها در نقشه‌برداری هستند. زیرا جمع شونده هستند و جهت همه‌ی این خطاها یکی است. برخی از این خطاها ممکن است دارای مقدار ثابتی بوده و در هر اندازه‌گیری تکرار شوند، مانند کم یا زیاد بودن طول یک نوار فلزی که ممکن است در اثر بعضی از عوامل از قبیل درجه‌ی حرارت و فشار هوا پیش آید. بعضی دیگر ممکن است متناوباً اتفاق افتد، مانند خطایی که در اثر خارج از مرکز بودن محور دوربین تئودولیت حاصل می‌شود.

برای جلوگیری از بروز خطاهای تدریجی باید هر چند وقت یک‌بار دستگاه اندازه‌گیری را با واحد مبنا کنترل کرد.

خطاهای سیستماتیک در اندازه‌گیری مسافت: در عملیات اندازه‌گیری مسافت که با وسایلی از قبیل متر یا نوار فلزی و امثال آن صورت می‌گیرد، ممکن است خطاهای مختلفی رخ دهد که در زیر به شرح انواع آن‌ها می‌پردازیم:

۱ – **خطا در اثر استاندارد نبودن طول متر:** یعنی طول واقعی متر برابر اعداد نوشته شده بر روی آن نبوده و کمتر یا بیشتر از آن باشد.

۲ – **خطا در اثر امتداد گذاری:** غالباً در عملیات نقشه‌برداری (با وسایل ساده) برای اندازه‌گیری فاصله‌ی نقاط لازم است عملیات امتداد گذاری (طبق روشهای مربوطه) صورت گیرد که به علت وجود خطاهای دستگاهی، انسانی و غیره نقاط امتداد گذاری درست در یک راستا قرار نمی‌گیرد و از امتداد اصلی خارج می‌شود.

۳ – **خطا در اثر کشش:** باید دانست که هر متر فلزی در کارخانه‌ی سازنده تحت نیروی کشش معینی ساخته می‌شود. لیکن در موقع متر کشی یک طول ممکن است گاهی نیرویی که به آن

وارد می‌شود، بیشتر از نیروی کشش کارخانه‌ی سازنده‌ی متر فلزی باشد که در نتیجه ممکن است باعث افزایش طول آن و ایجاد خطا شود.

۴- خطا در اثر تغییر دما: معمولاً هر نوار فلزی در کارخانه تحت یک درجه‌ی حرارت استاندارد ساخته می‌شود. در هنگام کار با این نوار در طبیعت، درجه حرارت محیط می‌تواند از درجه‌ی استاندارد کمتر یا بیشتر باشد، که در این صورت ممکن است طول نوار کم یا زیاد شده و باعث ایجاد خطا شود.

۵- خطا در اثر کمانه بودن متر: اگر دو سر نوار اندازه‌گیری با نیروی کمتر از حد لازم کشیده شود، در وسط آن انحنا ایجاد می‌شود و به نظر می‌رسد که نوار کمانه پیدا کرده است. در این حالت بین طول منحنی نوار اندازه‌گیری و طول افقی بین دو نقطه اختلافی رخ می‌دهد، که آن را خطا در اثر کمانه بودن متر می‌نامند.

خطاهای سیستماتیک در اندازه‌گیری زاویه: در مبحث مربوط به دوربین‌های نقشه‌برداری این موضوع شرح داده خواهد شد.

خطاهای اتفاقی: این خطاها برخلاف خطاهای تدریجی دارای جهت مشخصی نبوده و در عمل ممکن است مجموع خطاهای اتفاقی چند اندازه‌گیری برابر صفر و یا مقدار زیادی باشد. این نوع خطاها در اثر تعداد زیادی عوامل فوق‌العاده کوچک که می‌توان نام آن‌ها را تصادف گذاشت، اتفاق می‌افتد و نمی‌توان از آن‌ها جلوگیری کرد، و منشأ آن‌ها مشخص نیست. در تئوری خطاها، اصل بر این است که اگر کمیته n بار اندازه‌گیری می‌شود، در حالتی که مقدار n زیاد باشد (تعداد دفعات اندازه‌گیری زیاد باشد) مجموع خطاهای اتفاقی برابر صفر می‌شود.

عوامل ایجاد کننده خطاها و اشتباهات

عواملی که ممکن است باعث ایجاد خطا و یا اشتباه شوند عبارتند از:

- ۱- وسایل اندازه‌گیری
- ۲- طبیعت، یعنی شرایط جوی و ساعات روز (از قبیل سردی و گرمی هوا، شب و روز و...)
- ۳- روش کار
- ۴- انسان، یعنی عامل کار

فرق بین خطا و اشتباه

با توجه به آنچه که در مورد خطا و اشتباه و عوامل ایجاد کننده آن‌ها شرح داده شد می‌توان دریافت که اشتباه در اثر عدم دقت و غفلت عامل اندازه‌گیری و یا نقص دستگاه رخ می‌دهد. در واقع خطاهای بزرگ را اشتباه می‌نامند و چون مقدار این خطا از حد مجاز آن (خطای ماکزیمم) تجاوز

می‌کند، لذا به هیچوجه در نقشه‌برداری قابل قبول نیستند و در صورت بروز اشتباه باید عملیات را تکرار و یا کنترل کرد.

خودآزمایی

- ۱- انواع خطاها را نام ببرید.
- ۲- کدامیک از خطاها دارای جهت مشخصی هستند؟
- ۳- فرق بین خطا و اشتباه چیست؟

مسائل

۱- یک فاصله را با متر فلزی، ۵ بار طبق جدول زیر اندازه‌گیری کرده‌ایم، میانگین اندازه‌گیری این فاصله را به دست آورید :

شماره	x_i
۱	۲۸/۳۴
۲	۲۸/۳۸
۳	۲۸/۴۱
۴	۲۸/۳۳
۵	۲۸/۳۹

۲- یک فاصله‌ی معینی را ۲۰ بار توسط متر اندازه‌گیری کنید و پس از رسم جدولی مطابق مسئله‌ی ۱ میانگین، خطا و اشتباه را در اندازه‌گیری‌های خود مشخص کنید.