

فصل
ششم

اندازه گیری
زاویه
با وسایل ساده



هدف های رفتاری :

- پس از آموزش و مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- فعالیت عملی ۶-۱ (آشنایی و کار با قطب‌نما) را به‌درستی انجام دهد.
 - ۲- فعالیت عملی ۶-۲ (اندازه‌گیری امتدادها با قطب‌نما و محاسبه زوایا) را به‌درستی انجام دهد.
 - ۳- فعالیت عملی ۶-۳ (اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی با متر-روش مثلث متساوی‌الساقین) را به‌درستی انجام دهد.
 - ۴- فعالیت عملی ۶-۴ (اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی با متر-روش مثلث نامشخص) را به‌درستی انجام دهد.
 - ۵- فعالیت عملی ۶-۵ (مقایسه‌ای بین دو روش مختلف اندازه‌گیری زاویه با متر (روش مثلث متساوی‌الساقین و روش مثلث نامشخص)) را به‌درستی انجام دهد.

قبل از مطالعه‌ی این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود با مطالب زیر آشنا باشد:

- ۱- آشنایی با فصل ششم کتاب‌های «مساحی» و «کارگاه محاسبه و ترسیم (۱)»

: مطالب پیش‌نیاز

فعالیت‌های عملی فصل ششم در یک نگاه:

فعالیت عملی ۱-۶ آشنایی و کار با قطب‌نما



فعالیت عملی ۲-۶ اندازه‌گیری امتدادها با قطب‌نما و محاسبه زوایا

فعالیت عملی ۳-۶ اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی با متر- روش مثلث

متساوی‌الساقین



فعالیت عملی ۴-۶ اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی با متر- روش مثلث

نامشخص



فعالیت عملی ۵-۶ مقایسه‌ای بین دو روش مختلف اندازه‌گیری زاویه با متر

(روش مثلث متساوی‌الساقین و روش مثلث نامشخص)



فعالیت عملی ۶-۱ آشنایی و کار با قطب نما

- قطب نماهای موجود در هنرستان خود را شناسایی کرده، نام و خصوصیات هر یک را یادداشت نمایید.

- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

راهنمایی ۱ (قطب نما معمولی و اجزای آن):

هر قطب نما ساده از دو بخش اساسی تشکیل شده است:

۱- یک صفحه‌ی دایره‌ای شکل مدرج؛

۲- یک عقربه که در وسط صفحه نصب شده است.

۱- صفحه‌ی مدرج معمولاً به 360° درجه تقسیم می‌شود، اما در انواع کوچک تر ممکن

است فقط شماره‌های 0° ، 30° ، 60° ، 90° ، 150° ، 180° ، 210° ، 240° ، 270° ، 310° ، 330° ، 360°

درجه درج شده بین هر دو شماره (برای مثال از 0° تا 30°) به ۶ قسمت موجود باشد که در

آن صورت، هر درجه‌بندی این قطب نما برابر ۵ خواهد بود، همچنین، دقت قرائت زاویه با این

قطب نما حداکثر $2/5$ درجه است. چرا؟

در روی صفحه‌ی مدرج حتماً علائم **E**، **S**، **N** و **W** نوشته می‌شود که نشان دهنده‌ی

جهت‌های اصلی جغرافیایی است.

N مخفف کلمه‌ی «North»، به معنای شمال است که بر روی شماره‌ی صفر صفحه‌ی

مدرج یا در بالا و یا در پایین آن نوشته می‌شود.

S مخفف کلمه «South»، یعنی جنوب است که بر روی صفحه‌ی مدرج درست در

مقابل **N** قرار می‌گیرد و در جای عدد 180° یا در بالا و یا در پایین آن نوشته می‌شود.

E مخفف کلمه‌ی «East»، به معنای شرق است که در جای عدد 90° روی صفحه‌ی

مدرج قرار می‌گیرد. در بعضی از انواع قطب نماها به جای حرف **E** حرف **O** قرار می‌دهند که

مخفف کلمه‌ی «Orient»، به معنای شرق، است.

W مخفف کلمه‌ی «West»، یعنی غرب است که در روی صفحه‌ی مدرج در نقطه‌ی

مقابل **E** قرار می‌گیرد و بر روی عدد 270° نوشته می‌شود.

۲- سوزن قطب‌نما معمولاً به صورت عقربه ساخته می‌شود که در یک سر آن فلش یا رنگ خاصی گذاشته شده که همواره روبه شمال می‌ایستد. معمولاً سوزن قطب‌نما را بر روی یک فتر نصب می‌کنند که حالت نوسانی داشته، به راحتی و بدون تماس با محوری که روی آن قرار گرفته دوران نماید.

برای محافظت از سوزن قطب‌نما در مقابل ضربه‌ها و تکان‌های شدید، معمولاً یک اهرم در قطب‌نما نصب می‌شود که در صورت عدم استفاده از آن، سوزن قطب‌نما را قفل می‌کند. عقربه یا (سوزن) قطب‌نما همواره باید قفل باشد و تنها هنگامی که می‌خواهیم از قطب‌نما استفاده کنیم عقربه را آزاد می‌کنیم تا پس از چند نوسان تقریباً ثابت بماند، سپس بلافاصله عقربه را قفل می‌کنیم تا بتوانیم به راحتی آن را بخوانیم و تا استفاده‌ی مجدد از قطب‌نما، قفل عقربه را آزاد نمی‌کنیم.



شکل ۶-۱. قطب‌نمای معمولی

راهنمایی ۲ (کاربرد قطب‌نمای معمولی):

قطب‌نماهای معمولی، بیشتر برای جهت‌یابی به کار می‌روند و استفاده‌کننده از آن تنها می‌خواهد جهت تقریبی شمال، جنوب، شرق یا غرب را بداند؛ بنابراین دقت آنها حدود ۲ تا ۵ درجه است.

مسلمانان علاوه بر آن، از قطب‌نما برای قبله استفاده می‌کنند. در این صورت برای راحتی کار، در قبله‌نما ممکن است به جای درجه‌بندی صفحه به صورت اندازه‌ی زوایا، تنها شماره‌هایی در روی دایره‌ی مدرج حک شده باشد که هر شماره موقعیت قبله را در منطقه‌ی خاصی از جهان نشان می‌دهد. بر روی صفحه‌ی مدرج قبله‌نماها، علاوه بر جهت‌های اصلی E, S, N و W یا به جای آنها یک فلش بر روی صفحه کشیده شده که جهت کعبه را نشان می‌دهد و معمولاً روی شماره‌ی صفر، صفحه‌ی مدرج قرار دارد و بقیه‌ی شماره‌ها مربوط به مناطق دیگری از جهان است.

معمولاً دفترچه‌ای به همراه قبله نما وجود دارد که عدد مربوط به هر منطقه از جهان در آن نوشته شده است. مثلاً برای تهران عدد ۱۷ نوشته شده است، یعنی برای پیدا کردن قبله در تهران، باید قبله نما را در وضعیت افقی قرار داده عقربه‌ی آن را آزاد کنیم تا نوسان کند. هرگاه عقربه متوقف شود قبله‌نما را بچرخانیم تا عدد ۱۷ زیر عقربه‌ی قبله نما (زیر فلش شمال) قرار گیرد. در این حالت، فلش روی صفحه قبله را نشان می‌دهد. در شکل ۶-۲ تصویر یک قبله نما را می‌بینید.

راهنمایی ۳ (قطب نمای نقشه برداری):

اصول کار قطب نمای نقشه برداری با قطب‌نمای معمولی تفاوتی ندارد، اما چون قطب نمای نقشه برداری برای اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر به کار می‌رود در ساخت آن نکاتی را رعایت کرده‌اند تا امکان اندازه‌گیری دقیق‌تر با آن فراهم گردد. اجزایی که در ساخت این قطب‌نما به کار رفته بدین قرار است:

۱- تراز کروی؛ چون قطب‌نما باید به حالت افقی قرار گیرد تا عقربه‌ی مغناطیسی آن به راحتی نوسان نموده جهت شمال را به درستی نمایش دهد، با نصب یک تراز کروی در داخل قطب‌نما، در روی صفحه‌ی مدرج یا در بعضی از انواع قطب‌نماها بر روی صفحه‌ای که قطب‌نما بر روی آن الصاق شده، امکان افقی نگاه داشتن قطب‌نما را با دقت مناسب فراهم نموده است.

۲- تراز لوله‌ای (تراز استوانه‌ای)؛ در بعضی از انواع قطب‌نماها علاوه بر تراز کروی از تراز دقیق‌تری به نام تراز استوانه‌ای نیز استفاده شده است، یعنی تراز کروی برای استقرار قطب‌نما بر روی یک نقطه به کار می‌رود و پس از آن، هنگام قراول روی، از آن نقطه به جانب امتداد معین، تراز استوانه‌ای را تنظیم می‌کنند تا امتداد قراول روی با دقت بیشتری افقی شود و عقربه‌ی قطب‌نما با دقت بیشتری حرکت نماید.

از تراز لوله‌ای، علاوه بر قطب‌نما، به صورت شیب‌سنج نیز استفاده می‌شود؛ یعنی بعضی از قطب‌نماهای نقشه برداری علاوه بر اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی - با استفاده از این تراز استوانه‌ای و یک ورنیه که در اثر نیروی جاذبه به حالت پاندولی نوسان کرده در امتداد شاقولی متوقف می‌شود- زاویه‌ی شیب را نیز اندازه‌گیری می‌کنند. بدین ترتیب که بر روی سه پایه، قطب‌نما را به حالت قائم درآورده با استفاده از نوک مگسک‌های قراول روی به امتداد مورد نظر، قراول روی نماییم و با افقی کردن تراز استوانه‌ای زاویه‌ی شیب را از روی ورنیه قرائت کنیم.

۳- ورنیه؛ همان گونه که ذکر شد برای اندازه‌گیری زاویه‌ی شیب با قطب‌نما یک تراز استوانه‌ای و یک ورنیه بر روی قطب‌نما چنان نصب شده است که اگر قطب‌نما را از پهلو و به صورت قائم قرار دهیم تراز استوانه‌ای به صورت افقی قرار می‌گیرد؛ از این رو با تنظیم آن می‌توانیم امتداد قراول روی را به صورت افقی و عقربه‌ی ورنیه را به گونه‌ی شاقولی درآوریم. در روی صفحه‌ی این قطب‌نما علاوه بر تقسیمات دور آن که برای قرائت زاویه‌ی افقی، همانند سایر قطب‌نماها، درجه‌بندی مخصوصی نیز در یک زاویه‌ی ۱۸۰ درجه صورت گرفته که امکان قرائت زاویه‌ی شیب را فراهم می‌آورد؛ به این ترتیب که ورنیه در روی آن حرکت کرده پس از چند نوسان پاندولی متوقف می‌شود. گاه نیز به جای ورنیه از یک عقربه‌ی پاندولی که در صفحه‌ی قائم بر صفحه‌ی قطب‌نما نصب شده به صورت شیب‌سنج استفاده می‌شود.

۴- آینه؛ در بعضی از انواع قطب‌نماها، در پوش قطب‌نما در قسمت داخلی به صورت آینه ساخته شده است تا در هنگام قراول روی به امتداد مورد نظر نگاه کرده، هم زمان بدون تکان دادن سر یا حرکت دادن قطب‌نما، صفحه‌ی قطب‌نما را نیز مشاهده نماییم و ضمن کنترل تراز بودن صفحه به وسیله‌ی تراز کروی و استوانه‌ای، مقدار زاویه را نیز قرائت کنیم.



شکل ۶ - ۲. قطب‌نمای آینه‌ای

۵- تار و مگسک قراول روی؛ برای تنظیم دقیق تر قطب نما در یک امتداد معین، یک مگسک و یک تار قرارداد شده که معمولاً یکی به صورت شکاف و دیگری به گونه‌ی تار نازک هستند؛ به این ترتیب که امتداد گذرنده از آن دو در واقع، امتداد قراول روی را معین می‌نماید. برای نشانه‌روی به یک نقطه‌ی معین کافی است تار را بر وسط (محور) ژالن مستقر بر روی نقطه قرار دهیم.

راهنمایی ۴ (قطب‌نمای ماهواره‌ای):

با اختراع دوربین‌های دقیق نقشه‌برداری که زوایای افقی و قائم را با دقت "۱ یعنی $\frac{1}{3600}$ درجه اندازه‌گیری می‌کنند، دیگر ساختن دستگاه‌های مکانیکی پیچیده و گران قیمت برای اندازه‌گیری جهت شمال یا اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم چندان حائز اهمیت نیست. بنابراین قطب نما دوباره کاربرد تاریخی خود را بازیافته و در زندگی روزمره‌ی مردم و در بعضی مشاغل مانند جنگل‌بانی و دریانوردی و نظایر آن، جهت یاب ساده و ارزانی است که از آن استفاده می‌شود. اما پیشرفت علم و تکنولوژی امروزه در همه‌ی عرصه‌ها گسترده شده و حتی گیرنده‌های ماهواره‌ای مخصوص نقشه‌برداری، برای اندازه‌گیری دقیق مختصات و فواصل اختراع شده است. نوعی از این گیرنده‌ها، قطب‌نمای ماهواره‌ای است. البته این وسیله فقط یک قطب‌نما نیست، بلکه از آن برای اندازه‌گیری فاصله‌ها در انواع نقشه‌های گردشگری (توریستی) نظامی و جغرافیایی نیز استفاده می‌شود.

راهنمایی ۵ (نحوه‌ی به کارگیری قطب‌نما):

۱- قطب‌نما را در کف دست و در میان انگشت‌هایتان طوری نگاه دارید که به راحتی بتوانید آن را کنترل نمایید.

۲- آرنج خود را اندکی خم کنید تا قطب‌نما در فاصله‌ی مناسبی از چشم‌تان قرار بگیرد. زیرا اگر قطب‌نما را بسیار نزدیک به چشم خود نگاه دارید مگسک قطب‌نما درشت‌تر از تار و عارضه‌ای که پشت سر آن است دیده شده مانع قراول روی مناسب خواهد شد؛ بر عکس اگر آرنج خود را کاملاً باز کرده و قطب‌نما را از خود دور نمایید کنترل آن و خواندن درجات روی صفحه برایتان مشکل خواهد شد.

۳- با کمک تراز کروی سعی کنید که قطب‌نما را در حالت افقی نگاه دارید.

۴- در صورتی که در امتداد افقی به قطب‌نما نگاه می‌کنید آینه‌ی آن را طوری تنظیم نمایید که صفحه‌ی قطب‌نما را نیز به خوبی ببینید.

۵- پس از تراز کردن قطب‌نما، قفل عقربه‌ی مغناطیسی آن را آزاد کرده با چرخاندن صفحه‌ی مدرج، صفر درجه بندی آن را در زیر عقربه‌ی شمال قرار دهید و زاویه‌ی امتداد مورد نظر را نسبت به شمال، به طور مستقیم، قرائت کنید.

۶- توجه نمایید که هنگام استفاده از قطب‌نما، آن را از وسایل و ابزار آهنی و دستگاه‌هایی مانند تلویزیون و کامپیوتر و رادیو که دارای میدان‌های مغناطیسی هستند دور نگاه دارید. میدان‌های مغناطیسی روی عقربه‌ی قطب‌نما اثر گذاشته جهت آن را عوض می‌کند. و در این صورت، قطب‌نما جهت نادرستی را به جای شمال جغرافیایی محل، نشان خواهد داد.

فعالیت عملی ۶-۲ اندازه‌گیری امتدادها با قطب‌نما و محاسبه زوایا

- در محوطه هنرستان امتدادهایی را مشخص کرده، کروکی آن‌ها را ترسیم نمایید.
- زوایای این امتدادها را با نسبت شمال جغرافیایی به وسیله‌ی قطب‌نما اندازه‌گیری نمایید.
- برای هر امتداد به عنوان مثال AB یکبار در نقطه‌ی A با قطب‌نما مستقر شده زاویه‌ی بین AB با شمال را اندازه بگیرید و بار دیگر در نقطه‌ی B مستقر شده زاویه‌ی امتداد BA با شمال را اندازه‌گیری نمایید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

راهنمایی (روش کار):

۱- قطب‌نما را بر روی نقطه‌ی O مستقر می‌کنیم. همان‌گونه که می‌دانید منظور از استقرار قطب‌نما بر روی نقطه‌ی O این است که شاغول یا ژالن متصل به قطب‌نما، به طور دقیق بر روی نقطه‌ی O قرار گرفته تراز کروی مربوط به قطب‌نما یا صفحه‌ای که قطب‌نما بر روی آن قرار دارد، کاملاً به حالت تراز قرار باشد.

۲- در نقاط A و B ژالن مستقر می‌کنیم.

۳- عقربه‌ی قطب‌نما را آزاد می‌کنیم تا در امتداد شمال - جنوب قرار بگیرد.

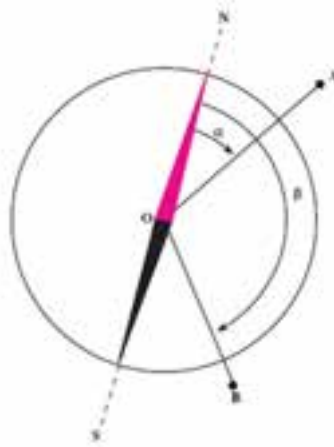
۴- قطب‌نما را آن‌قدر می‌چرخانیم تا شماره‌ی صفر درجه‌بندی در زیر عقربه‌ی شمال قرار بگیرد.

۵- مگسک قراول روی قطب‌نما را به سمت نقطه‌ی A نشانه می‌رویم و زاویه‌ای را که بر روی قطب‌نما مشاهده می‌شود قرائت کرده یادداشت می‌کنیم (زاویه‌ی α در شکل ۶-۳).

۶- مگسک قراول روی قطب‌نما را به سمت نقطه‌ی B نشانه روی کرده زاویه‌ی مربوط به آن را نیز یادداشت می‌کنیم (زاویه‌ی β).

۷- برای محاسبه‌ی زاویه‌ی $\widehat{A\hat{O}B}$ داریم:

$$\widehat{A\hat{O}B} = \beta - \alpha$$



شکل ۶-۳. اندازه‌گیری زاویه با قطب‌نما

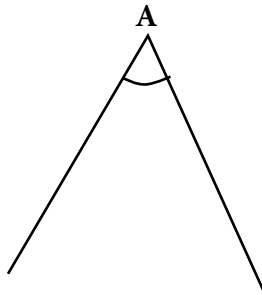
از قرار دادن قطب‌نما در کنار وسایل آهنی و مغناطیسی و میدان‌های الکتریکی خودداری کنید چرا که این عوامل بر تعیین جهت عقربه‌ی قطب‌نما تأثیر گذارند.



فعالیت عملی ۶-۳ اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی با متر- روش مثلث متساوی‌الساقین

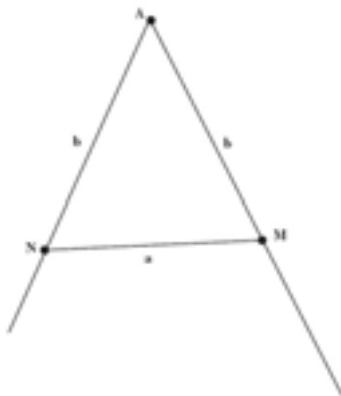
- بر روی زمین یک چهارضلعی به ابعاد حدود ۲۰ تا ۳۰ متر ترسیم کرده و زوایای آن‌را با روش مثلث متساوی‌الساقین اندازه‌گیری کنید.
 - گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش‌نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.
- راهنمایی (روش کار):

در شکل زیر می‌خواهیم مقدار زاویه‌ی A را تعیین کنیم. با توجه به شکل ۶-۴ به این ترتیب عمل می‌کنیم:



شکل ۶-۴. زاویه‌ی A چه قدر است؟

۱- بر روی دو ضلع زاویه‌ی A ، با کمک نوار اندازه‌گیری بلند، طولی به اندازه‌ی مشخص b جدا می‌کنیم و نقاط M و N را میخ‌کوبی می‌نماییم.



شکل ۶- ۵. جدا کردن دو طول مساوی روی اضلاع زاویه

۲- فاصله‌ی MN را با کمک نوار اندازه‌گیری به دقت اندازه‌گیری می‌کنیم.

۳- با استفاده از فرمول سینوس نصف زاویه‌ی A را محاسبه می‌کنیم:

$$\sin \frac{A}{2} = \frac{a}{2b}$$

۴- با استفاده از جداول مثلثاتی یا ماشین حساب مقدار $\frac{A}{2}$ را پیدا می‌کنیم.

۵- با دو برابر کردن این عدد، اندازه‌ی زاویه‌ی A را به دست می‌آوریم:

$$A = \frac{A}{2} \times 2$$

۶- برای اطمینان از درستی کار، یک بار دیگر بر روی اضلاع این زاویه طول‌های

یکسان دیگری جدا کرده و ضلع سوم مثلث حاصل را نیز مترکشی می‌کنیم.

۷- یک بار دیگر از روی اندازه‌های حاصل، زاویه‌ی A را محاسبه می‌کنیم.

فعالیت عملی ۴-۶ اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی با متر-روش مثلث نامشخص

- بر روی زمین یک چهارضلعی به ابعاد حدودی ۲۰ تا ۳۰ متر ترسیم کرده و زوایای آن را به روش مثلث نامشخص اندازه‌گیری کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.

راهنمایی (روش کار):

در (شکل ۶-۶) می‌خواهیم زوایای مثلث ABC را تعیین کنیم. روش کار به این شرح است:

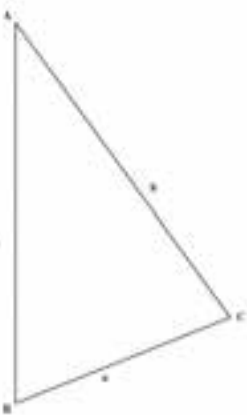
۱- اضلاع مثلث ABC را به دقت به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری می‌کنیم.

۲- بر اساس این رابطه‌ها کسینوس زوایا را محاسبه

$$\cos \hat{A} = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \quad \text{می‌کنیم:}$$

$$\cos \hat{B} = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

$$\cos \hat{C} = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$



شکل ۶-۶. مثلث نامشخص

۳- با استفاده از جداول مثلثاتی یا ماشین‌های حساب مقادیر زوایای A ، B و C را پیدا می‌کنیم.

$$\hat{Z} = \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} \quad \text{۴- مجموع این زوایا را محاسبه می‌کنیم:}$$

$$180 - \hat{Z} \quad \text{۵- این مجموع را با } 180 \text{ مقایسه می‌کنیم.}$$

۶- در صورتی که مقدار این اختلاف قابل قبول باشد، یعنی این اختلاف را بتوانیم خطا بنامیم، آن را تقسیم بر ۳ کرده و با اندازه‌ی زوایا جمع جبری کرده تا اندازه‌ی اصلاح شده‌ی زوایا را محاسبه شود. اگر این مقدار اختلاف آنقدر بزرگ باشد که اشتباه محسوب گردد باید اندازه‌گیری‌ها را تکرار کنیم.

فعالیت عملی ۵-۶ مقایسه‌ای بین دو روش مختلف اندازه‌گیری زاویه با متر (روش مثلث متساوی‌الساقین و روش مثلث نامشخص)

- دوروش فوق‌الز نظر دقت کار و سرعت عملیات و وسایل مورد استفاده با یکدیگر مقایسه کنید.
- گزارش کاملی با رعایت اصول گزارش نویسی از فعالیت انجام شده به صورت کتبی به معلم خود ارائه کنید.