

**مقدمه**

در شماره گذشته بخشی از این مقاله از نظر گرامیتان گذشت .  
قسمت دوم آن را در این شماره می خوانید . امید است مورد استفاده  
خوانندگان عزیزمان واقع گردد .

تراز کروی (چشم گاوی) را تنظیم می کنیم و اطلاعات مورد نظر  
خود را می خوانیم .



شکل ۱ - کمپاس برانتون

**روش های برداشت اطلاعات به وسیله ی کمپاس**

۱ . روش مستقیم : در این روش ، بدنه ی کمپاس مستقیماً با  
ساختار مورد نظر تماس دارد و اطلاعات دقیق برداشت می شود .  
۲ . روش غیرمستقیم : در این روش ، کمپاس با ساختار مورد  
نظر فاصله دارد و اطلاعات از راه دور برداشت می شود . به این  
روش نشانه روی می گویند ؛ یعنی کاربر کمپاس به وسیله ی کمپاس  
به سمت سوژه ی مورد نظر نشانه می رود و اطلاعات مورد نظر  
خود را برداشت می کند . در این روش با توجه به موقعیت قرارگیری  
سوژه نسبت به کاربر ، از دو روش نشانه روی استفاده می شود :  
**الف) نشانه روی کمری :** این روش برای نشانه روی و برداشت  
اطلاعات نقاطی که بالاتر از کاربر هستند (یعنی نقاطی که در  
ارتفاع بیش تری قرار دارند) استفاده می شود . کمپاس را کف دست  
قرار می دهیم و در حالی که درپوش حاوی آینه نزدیک به بدن ما  
قرار دارد ، تصویر شیء مورد نظر را داخل آینه می یابیم و آن را با  
خط محور آینه و شکاف بازوی نشانه روی منطبق می کنیم . سپس

ب) نشانه روی چشمی : این روش برای سوژه هایی که هم  
ارتفاع یا پایین تر از کاربر قرار دارند ، کاربرد دارد . در این روش  
ابتدا بازوی نشانه روی را در امتداد بدنه ی کمپاس قرار می دهیم و  
زائده ی انتهایی را بر بازو عمود می کنیم . درپوش کمپاس را در  
حالتی می گیریم که با بدنه ی آن زاویه ی ۳۰ تا ۴۰ درجه بسازد  
(زاویه ای که بتوان از آینه ، صفحه ی مدرج را دید) . حال کمپاس  
را روی دست می گیریم و به سمت شیء نشانه می روییم ، در  
حالی که از روزنه ی دید به پنجره ی نشانه روی بر روی آینه و شیء  
نشانه رفته ایم . پس از حصول اطمینان از تراز بودن تراز کروی ،  
اطلاعات مورد نظر را می خوانیم . هرچه دست کشیده تر باشد ،

**کاربردهای آن**

سید مجید میرکاظمیان\*

**کمپاس**

قسمت دوم



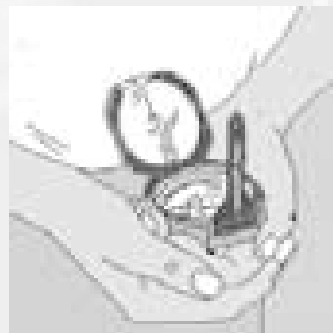
ساختار می ایستیم و ساختار خطی را با خط سیاه محور آینه‌ی درپوش کمپاس در یک ردیف قرار می دهیم. در هر دو حالت، کمپاس را به وسیله‌ی تراز کروی (تراز چشم گاوی) تراز می کنیم. اگر ساختار خطی دارای میل بود، تنها یکی از جهات عقربه (شمالی یا جنوبی) روند صحیح ساختار خطی را نشان می دهد. نکته: عموماً بسیاری از زمین شناسان مبتدی در خواندن روند صحیح دچار اشتباه می شوند. برخی افراد عادت دارند که تنها جهت شمالی (به رنگ سفید) عقربه‌ی کمپاس را بخوانند و یا برعکس که این باعث اشتباه شایع در خواندن روند ساختار خطی می شود. هنگام استفاده از کمپاس برآنتون باید فاقد حساسیت نسبت به جهت خاص باشیم و تنها جهت عقربه‌ای که راستای صحیح میل خط را نشان می دهد بخوانیم (جهتی که خط به سمت پایین شیب دارد، نه بالا). بنابراین، زمانی که مشخصات یک خط را می خوانیم همیشه تنها روند یکی از جهات عقربه‌ی کمپاس صحیح است.

برای مشخص کردن جهت صحیح، باید از جهات جغرافیایی محلی، یعنی از جهت شمال یا جنوب در صحرا در هر لحظه آگاه باشیم. برای مثال، اگر ساختار خطی مورد نظر ما به سمت جنوب (جنوب یا جایی در ربع جنوب غربی یا جنوب شرقی) میل دارد، باید روند عقربه‌ای را که یکی از این جهات جنوبی را نشان می دهد، بخوانیم (مثلاً  $120^{\circ}$  یا  $S60^{\circ}E$ )، نه جهات مقابل آن در سمت شمال ( $300^{\circ}$  یا  $N60^{\circ}W$ ) را که به وسیله‌ی جهت دیگر عقربه نمایش داده می شود. پس برای یک خط، روندهای  $120^{\circ}$  و  $300^{\circ}$  معادل یکدیگر نیستند و تنها یکی از جهات صحیح است (در این مثال  $120^{\circ}$  یا  $S60^{\circ}E$ ). جهت صحیح روند ممکن است با جهت سفید عقربه و یا جهت سیاه آن نشان داده شود. رنگ عقربه منوط به چگونگی در دست گرفتن کمپاس (بازوی متحرک در نزدیک بدن و یا مقابل) و جهت دید ما در صحرا (به سمت شمال یا جنوب) است. بنابراین برای احتراز از خطاهای رایج، مهم نیست که کمپاس را چگونه در دست گرفته اید و یا به چه سمتی ایستاده اید، تنها بدانید که شمال یا جنوب جغرافیایی در موقعیتی که ایستاده اید کجاست و از خودتان بپرسید: خط به کدام سمت پایین می رود (یعنی میل دارد)؟ اگر به سمت شمال میل دارد، عقربه‌ای را که سمت شمال یا شمال شرقی یا شمال غربی را نشان می دهد (سفید یا سیاه) بخوانید، نه جهت مقابل آن را. این راحت ترین و کاربردی ترین راه برای اندازه گیری صحیح یک خط است. البته اگر ساختار خطی میل نداشته باشد (یک حالت ویژه)، می توان آزادانه هر کدام از جهات سفید یا سیاه عقربه را قرائت کرد؛ زیرا خط افقی است (هر دو جهت مشابه است).

مثال: ما قله‌ی یک «ریپل مارک» را که تقریباً روندی به سمت شمال دارد، اندازه می گیریم (ما در صحرا جهت شمال را

اطلاعات برداشت شده صحیح تر خواهد بود.

در صورتی که شیء مورد نظر در ارتفاع پایین تری نسبت به کاربر قرار گرفته باشد، می توان بازوی نشانه روی را به عنوان پایه زیر درپوش کمپاس قرار داد و از شکاف بازو به پنجره‌ی نشانه روی و شیء نگریست و پس از تراز کردن تراز کروی، اطلاعات مورد نظر را برداشت کرد.



شکل ۲. نشانه روی کمبری برای سوژه‌های در ارتفاع بالاتر



شکل ۳. نشانه روی چشمی برای سوژه‌ی هم ارتفاع

### اندازه‌گیری موقعیت ساختارهای خطی اندازه‌گیری روند و میل

اگر ساختار خطی پایین تر از خط دید ما قرار گرفته باشد، بازوی نشانه روی و درپوش کمپاس را باز می کنیم و شکاف بلند بازو را موازی با ساختار خطی می گیریم. اگر ساختار خطی بالاتر از سرما قرار داشت (مثلاً روی لایه‌ای در بالای سرمان)، زیر

می دانیم، زیرا کمپاس داریم!). قله‌ی ریپل مارک دارای میل است و روی لایه بندی که خود شیب دارد، قرار گرفته است. بازوی نشانه روی کمپاس را با قله‌ی ریپل مارک در یک راستا قرار می دهیم و روندی را که یکی از جهات شمالی یا جنوبی عقربه (سفید یا سیاه) که به شمال نزدیک تر است نشان می دهد، می خوانیم. بنابراین اگر جهت سیاه عقربه  $20^{\circ} W$  را مشخص کند و جهت سفید آن  $20^{\circ} E$ ، ما باید جهت سیاه عقربه را بخوانیم. اشتبهاً تصور نکنید که جهت سفید عقربه، شمال را به شما می دهد و شما باید آن را بخوانید که این اشتباه رایجی است.

### اندازه‌گیری زاویه‌ی پیچ برای عناصر خطی

چنانچه ساختار خطی مورد نظر دارای میل تندی بود، بهتر است به جای روند و میل از زاویه پیچ استفاده شود. اندازه‌گیری زاویه‌ی پیچ تنها در حالتی ممکن است که ساختار خطی روی یک سطح فیزیکی قرار گرفته باشد. برای مثال، اگر دسته‌ای از خش لغزهای مایل بر روی سطح یک گسل وجود داشته باشد، خش لغزها را به این صورت اندازه‌گیری می کنیم: ابتدا صفحه‌ای را که حاوی ساختارهای خطی است، (یعنی گسل) اندازه می گیریم. سپس زاویه‌ی پیچ خش لغزها روی صفحه‌ی گسل را به این طریق اندازه می گیریم. یک حلقه‌ی کرومی برجسته پشت کمپاس برانتون وجود دارد که برای اندازه‌گیری زاویه‌ی پیچ طراحی شده است. در و بازوی کمپاس را کاملاً باز می کنیم و لبه‌ی در و بدنه‌ی آن را با ساختار خطی مورد نظر در یک ردیف قرار می دهیم تا زمانی که حلقه‌ی پشت کمپاس به سطح گسل مماس شود. اگر شیب سنج استوانه‌ای در این حالت تراز نشد، به آرامی بدنه‌ی کمپاس را حرکت می دهیم، اندکی شیب سنج را می چرخانیم و بدنه‌ی کمپاس را به محل اولیه برمی گردانیم تا زمانی که لبه با خط تراز شود. اگر شیب سنج تراز نشد، این مرحله را چندین بار تکرار می کنیم تا زمانی که شیب سنج لبه‌ی کمپاس را به موازات خش لغز تراز کند و حلقه‌ی زیر کمپاس به طور کامل روی صفحه‌ی گسل خوابیده باشد. در این حالت، عدد روی صفحه‌ی مدرج شیب سنج را که نشانگر شیب سنج مقابل آن ایستاده است، می خوانیم. این روش، یک فرایند آزمون و خطا برای به دست آوردن زاویه‌ی پیچ است و برای کسب مهارت به تمرین و ممارست نیاز دارد.

### اندازه‌گیری زوایای قائم، ارتفاع و فاصله

برای اندازه‌گیری زوایای قائم، درپوش را خم می کنیم و از کمپاس همان گونه که برای اندازه‌گیری میل ساختارهای خطی شرح داده شد، استفاده می کنیم. زاویه‌ی قائم (q) می تواند برای محاسبه‌ی ارتفاع (h) یک جسم یا شیء (مثل دیوار، برج و قله‌ی

کوه) با استفاده از فرمول  $h = x \tan \alpha$  مورد استفاده قرار گیرد؛ البته باید فاصله (x) با جسم را بدانیم.

هم چنین می توانیم از توابع مثلثاتی برای محاسبه‌ی فاصله‌ی افقی (x) از نقطه‌ی A تا یک جسم در نقطه‌ی B به این صورت استفاده کنیم: از نقطه‌ی A به نقطه‌ی C می رویم، به طوری که خط AC عمود بر خط AB باشد. این کار را می توان به کمک کمپاس یا به دست آوردن زاویه‌ی  $90^{\circ}$  درجه از خط AB انجام داد. با پیمایش<sup>۱</sup>، فاصله‌ی AC را  $10$  متر تعیین می کنیم (البته اگر اندازه‌ی قدم‌هایمان را بدانیم). زاویه‌ی C به B را می خوانیم. کم کردن این دو زاویه از هم زاویه‌ی b، یعنی زاویه‌ی بین AB و CB را مشخص می کند. حال ما یک مثلث قائم الزاویه ABC داریم که  $AC = 10$  m و  $AB = x$ ، و زاویه‌ی b نیز مشخص است. حال از معادله‌ی زیر استفاده می کنیم:

$$\tan b = AC / AB = 10 \text{ m} / x$$

و مقدار x به متر به دست می آید.

### اندازه‌گیری ضخامت حقیقی لایه‌ها

از کمپاس می توان به روش دستی که روی پایه‌ی نگه دار<sup>۲</sup> قرار داده شده است، برای اندازه‌گیری ضخامت حقیقی واحدهای سنگ چینه‌ای (مانند عضو و سازند) به این روش استفاده کرد: شیب واقعی لایه‌ها را اندازه می گیریم و شیب سنج را در آن زاویه تنظیم می کنیم. کمپاس را به صورت قائم با درپوش نیمه بسته روی پایه سوار می کنیم (مانند حالتی که میل را می خوانیم) و از قرارگیری شیب سنج در حالتی که زاویه‌ی شیب را اندازه گرفته ایم، اطمینان حاصل می کنیم. از مرز پایینی یک واحد چینه‌ای شروع می کنیم. پایه را در جهت شیب لایه‌ها خم می کنیم و هم زمان درون آینه نگاه می کنیم تا زمانی که حباب شیب سنج در مرکز قرار گیرد. در این موقعیت، از سوراخ دید و پنجره‌ی نشانه روی نگاه می کنیم و نقطه‌ای را روی زمین که محل برخورد خط دید ما با زمین است، مشخص می کنیم. پایه‌ی نگه دار را در آن محل قرار می دهیم. این عمل را تکرار می کنیم و تعداد دفعات (n) آن را می شماریم تا به مرز بالایی واحد سنگ چینه‌ای برسیم. حال با ضرب تعداد دفعات در طول پایه (مثلاً  $1/5$  متر)، ضخامت حقیقی واحد چینه‌ای به دست می آید. (شکل ۴ در صفحه ۴۷)

### اندازه‌گیری موقعیت صفحات

برای به دست آوردن موقعیت یک ساختار خطی ما به اندازه‌گیری امتداد و شیب آن ساختار نیاز داریم. برای این کار از دو روش می توانیم استفاده کنیم:

۱. روش مستقیم: اگر صفحه‌ی صاف، هموار و غیر مغناطیسی باشد، راحت ترین راه برای اندازه‌گیری امتداد و



شکل ۵. اندازه گیری موقعیت صفحات به روش مستقیم

برخی اوقات سطح زیرین لایه ها در دسترس است و برداشت امتداد و شیب لایه از آن به این صورت باید انجام شود: ابتدا سطح هموار زیر لایه را انتخاب می کنیم و یا به کمک یک تخته، سطح صافی را به وجود می آوریم و به همان روش مستقیم، امتداد و مقدار شیب را به دست می آوریم. یعنی درپوش کمپاس را به سطح زیر لایه می چسبانیم و با تراز کردن تراز کروی، امتداد لایه را می خوانیم. جهت شیب نیز با ۹۰ درجه فاصله از امتداد مشخص می شود و مقدار شیب را نیز با همان روشی که در بالا ذکر شد، به دست می آوریم.



شکل ۴. استفاده از پایه ی نگه دار و کمپاس برای تعیین

شیب صفحه، تماس کناره ی بدنه کمپاس با صفحه است؛ به صورتی که حباب تراز کروی در مرکز قرار گیرد. با این کار خطی افقی موازی محل برخورد کناره ی کمپاس و صفحه ایجاد می شود. در این حالت، در خواندن هر یک از دو سمت عقربه ی کمپاس مختاریم (یعنی  $140^\circ$  و  $320^\circ$  امتدادهای مشابه اند). با این کار امتداد صفحه مشخص می شود. می توان خط امتداد را با یک مداد به موازات لبه ی بدنه ی کمپاس روی صفحه کشید. در موارد ویژه، مانند زمانی که می خواهیم جهت نمونه های سنگی برداشت شده را برای بررسی های ساختاری مشخص کنیم، باید یکی از طرفین خط افقی رسم شده را با علامت فلش مشخص کنیم. بعد از اندازه گیری امتداد، مقدار شیب صفحه با قرار دادن لبه ی بدنه ی کمپاس روی صفحه و در جهت عمود بر خط امتداد و تراز کردن شیب سنج (تراز استوانه ای) به دست می آید. برای تعیین جهت شیب، با تراز کردن تراز استوانه ای جهتی را که صفحه به طرف آن شیب دارد، مشخص می کنیم.



انگشت شست را زیر بازوی نشانه روی بدنه‌ی کمپاس، دو انگشت نشانه را روی لبه‌ی درپوش و انگشت‌های وسط را پشت قسمت افقی بدنه می‌گیریم. درپوش کمپاس را حرکت می‌دهیم تا تراز کروی (چشم گاوی) در آینه مشاهده شود. آن را تراز می‌کنیم و کمپاس را به صورتی می‌گیریم که خط سیاه میان پنجره‌ی نشانه روی، لبه‌ی صفحه را قطع کند (سعی نکنید که خط سیاه با لبه دقیقاً تراز شود، زیرا این کار باعث کج شدن بدنه‌ی کمپاس و برهم خوردن تراز آن می‌شود؛ مگر این که صفحه قائم باشد). نفس خود را حبس کنید و جهتی را که هر کدام از جهات سفید یا سیاه عقربه (هر کدام که در آینه مشخص است) نشان می‌دهد، بخوانید. این عدد امتداد صفحه را در آینه و بدون حرکت بدنه و برهم خوردن تراز نشان می‌دهد. در همین موقعیت برای خواندن مقدار شیب، لبه‌ی بدنه‌ی کمپاس را با لبه‌ی صفحه در یک ردیف قرار می‌دهیم و با تراز کردن شیب سنج، مقدار آن را می‌خوانیم. برای تعیین جهت شیب، جهت اصلی که صفحه به آن سمت شیب دارد را به روشی که قبلاً ذکر شد، به دست می‌آوریم. اگر صفحه‌ی مورد نظر قائم و زمین افقی باشد (یک حالت خاص)، مستقیماً روی لبه‌ی صفحه می‌ایستیم و روند لبه‌ی صفحه را می‌خوانیم. این روند همان امتداد صفحه است.



شکل ۶. طریقه‌ی قرار دادن کمپاس در سطح زیر لایه

**نکته:** برخی زمین‌شناسان بی‌تجربه فرض می‌کنند که می‌توانند امتداد یک صفحه‌ی شیب دار غیر قائم را به این روش محاسبه کنند. تکنیک ایستادن روی لبه‌ی صفحه، برای حالتی که صفحه غیر قائم و سطح بالایی غیر افقی است، کارایی ندارد و روند لبه‌ی صفحه در این حالت امتداد را به ما نمی‌دهد. در چنین حالاتی ما می‌باید مستقیماً امتداد را به روش نشانه روی چشمی یا به روشی که در بالا توضیح داده شد (تماس کمپاس با صفحه)، به دست آوریم.

### اندازه‌گیری شیب توپوگرافی از دور

برای به دست آوردن شیب توپوگرافی هر ناحیه، ابتدا طوری می‌ایستیم که توپوگرافی مورد نظر به صورت یک خط نمایان شود. آن‌گاه درپوش کمپاس را در امتداد بدنه قرار می‌دهیم و آن را در مقابل خود می‌گیریم؛ به صورتی که یکی از کناره‌های کمپاس یا خط محور آینه، بر شیب توپوگرافی مماس شود. در این حالت، تراز شیب سنج را تنظیم می‌کنیم و مقدار شیب را می‌خوانیم.

**نکته:** در آمریکا نحوه‌ی نوشتن این مشخصات به ترتیب امتداد، شیب و جهت شیب است (مثلاً: NW  $30^{\circ}$ ،  $05^{\circ}$ ) و این به دلیل ترتیب برداشت داده‌های یک صفحه به وسیله کمپاس برانتون است. در کمپاس سیلوا و کمپاس‌های مشابه، امکان اندازه‌گیری شیب و جهت آن قبل یا بدون اندازه‌گیری امتداد وجود دارد. بنابراین در اروپا و سایر نقاط جهان، فرمت نوشتن به صورت مقدار شیب و جهت شیب است که یک کمیت برداری محسوب می‌شود (مانند:  $320^{\circ}$ ،  $30^{\circ}$ ).

**۲. روش غیر مستقیم:** اگر صفحه‌ی مورد نظر صاف نباشد و در مقابل خط دید ما قرار داشته باشد، باید از روی نشانه روی چشمی به این طریق استفاده کنیم: بازوی نشانه روی را باز و سر یا نوک نشانه روی را خم می‌کنیم. یکی از چشم‌ها را بسته و به طرفین حرکت می‌کنیم تا زمانی که لبه‌ی سطح شیب دار را ببینیم. در صورتی که حرکت بیشتر باعث مشخص شدن سطح صفحه‌ی شیب دار می‌شود، حرکت را متوقف می‌کنیم. در این موقعیت ما در حال مشاهده‌ی صفحه از لبه‌ی کناری آن هستیم و آن را به صورت یک خط می‌بینیم. در کمپاس را خم می‌کنیم تا موقعی که لبه‌ی سطح شیب دار را از طریق پنجره‌ی نشانه روی بر روی درپوش ببینیم.

اکنون کمپاس را به این صورت در دست می‌گیریم: دو

شکل ۷. به دست آوردن شیب توپوگرافی از راه دور با نشانه روی چشمی



و شیب دایره‌ی بزرگ را می‌خوانیم.

اگرچه تکنیک دو خط بهترین راه برای تعیین موقعیت صفحات کم‌شیب یا نیمه‌افقی است، موقعیت صفحات کم‌شیب کوچک (مثلاً لایه‌بندی در منطقه‌ی لولایی چین‌های میکروسکوپی) را می‌توان به روش آزمون و خطا و به این صورت نیز تعیین کرد: شیب لایه را در جایی که فکر می‌کنیم به حداکثر شیب (شیب حقیقی) نزدیک است، پس از تراز کردن شیب‌سنج، اندازه می‌گیریم و مقدار آن را به خاطر می‌سپاریم. کمپاس را می‌چرخانیم تا زمانی که گوشه‌ی قائم‌الزاویه کمپاس صفحه را لمس کند. در این حال شیب را مجدداً می‌خوانیم. اگر شیب کمتر از عدد قبلی باشد، ما از شیب حقیقی فاصله داریم. و اگر عدد اولیه به شیب حقیقی نزدیک‌تر است، کمپاس را به حالت اولیه بازمی‌گردانیم و این بار آن را در جهت مخالف حرکت می‌دهیم. این کار را تکرار می‌کنیم تا زمانی که حداکثر شیب را که همان شیب حقیقی است، به دست آوریم. وقتی که شیب حقیقی و مقدار آن مشخص شد، راستای صفحه را در جهت عمود بر خط شیب اندازه‌گیری می‌کنیم.

### استفاده از کمپاس برای تعیین دو نقطه‌ی هم‌ارتفاع

گاهی اوقات ما روی مرز یک لایه‌ی افقی (مانند یک لایه‌ی بازالتی یا یک لایه‌ی رسوبی) بر یک تپه قرار گرفته‌ایم و به تعیین یک نقطه‌ی هم‌ارتفاع روی تپه‌ی مجاور نیاز داریم. به این صورت عمل می‌کنیم: شیب‌سنج را روی عدد صفر صفحه‌ی مدرج آن تنظیم می‌کنیم و کمپاس را از پهلو (به صورت قائم) به صورتی که برای اندازه‌گیری میل توضیح داده شد، می‌چرخانیم. از سوراخ نوک بازوی نشانه‌رویی به داخل پنجره‌ی نشانه‌رویی نگاه می‌کنیم و شیب‌سنج را با حرکت دادن بدنه‌ی کمپاس به بالا یا پایین و نگاه کردن در آینه تراز می‌کنیم (در حالتی که صفر درجه را نشان می‌دهد و بدون این که شیب‌سنج را حرکت دهیم). وقتی شیب‌سنج تراز شد، نقطه‌ای را که محل تقاطع خط دید شما با زمین است، روی تپه‌ی مقابل مشخص می‌کنیم. این نقطه، نقطه‌ی هم‌ارتفاع با محل ایستادن ما روی تپه‌ی مجاور است.



شکل ۸. نشانه‌رویی چشمی برای تعیین ارتفاع نقاط نسبت به خود

### به دست آوردن موقعیت یک خط بین دو نقطه

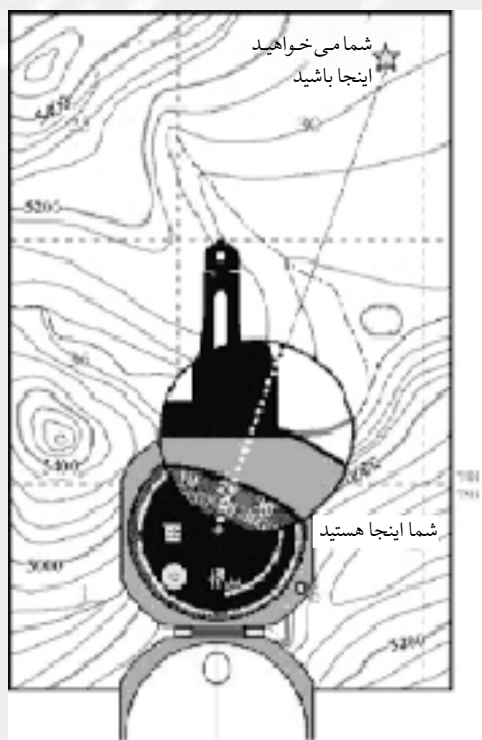
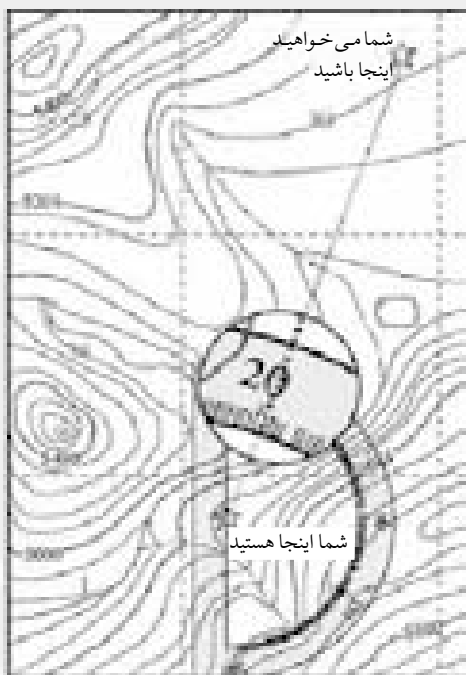
معمولاً ما نیاز داریم روند و میل یک خط اتصال‌دهنده‌ی دو نقطه را، مانند خط میان دو نفر، یا یک نفر تا یک جسم (مانند خانه، برج یا یک علامت) به دست آوریم. برای انجام این کار می‌توانیم از یکی از روش‌های نشانه‌رویی چشمی یا کمبری بهره بگیریم. روش نشانه‌رویی چشمی در بالا توضیح داده شد. برای اجرای روش نشانه‌رویی کمبری، در کمپاس را در نزدیک بدن قرار می‌دهیم و آن را کج می‌کنیم تا وقتی که بدنه‌ی کمپاس با تراز کردن تراز چشم‌گاوی، افقی شود. موقعیت هدف را از درون آینه با خط سیاه میان آینه، هدف‌گیری می‌کنیم و بعد کمپاس را با تراز کروی تراز می‌کنیم و روند را می‌خوانیم.

اندازه‌گیری میل این خط به این ترتیب است: کمپاس را قائم می‌کنیم (بدنه قائم باشد) تا درپوش و بازوی نشانه‌رویی خمیده شود. از درون سوراخ درون رأس نشانه‌رویی و از میان پنجره‌ی نشانه‌رویی نگاه می‌کنیم و شیب‌سنج را تراز می‌کنیم تا موقعی که نقطه‌ای مشخص روی هدف مورد نظر رؤیت شود. اگر دو شخص دارای قد یکسان باشند، تقاطع چشمان شخص هدف‌گیری شده با خط سیاه میان پنجره‌ی نشانه‌رویی، نقطه‌ی مورد نظر است. و اگر ما به سوی فردی که از ما کوتاه‌تر است (مثلاً ۵ سانتی‌متر کوتاه‌تر) نشانه رفته‌ایم، باید نقطه‌ی مورد نظر را ۵ سانتی‌متر بالاتر از خط دید او (مثلاً روی سر او) در نظر بگیریم. وقتی که شخص هدف ۵ سانتی‌متر از ما بلندتر است، باید دهان او را نشانه‌رویی کنیم.

### اندازه‌گیری موقعیت یک صفحه با تکنیک دو خط

تکنیک دو خط روش بسیار مفید و دقیق اندازه‌گیری صفحات تقریباً افقی یا با شیب کم است. این صفحات کم‌شیب بسیار رایج هستند و به طور دقیق و با اندازه‌گیری امتداد و شیب قابل اندازه‌گیری نیستند. اگر سطح رخنمون‌شده‌ی صفحه کوچک باشد، دو مداد نوک‌تیز را با زاویه‌ی زیاد نسبت به یکدیگر روی صفحه قرار می‌دهیم. نوک تیز مدادها میل به سمت پایین را نشان می‌دهند. روند و میل دو خط را اندازه‌گیری می‌کنیم. چنانچه صفحه‌ی نیمه‌ی افقی بزرگ و عریض باشد (مانند یک لایه‌ی بازالتی)، دو خط بلند را به وسیله‌ی دو نفر تعیین می‌کنیم. دو شخص در دو نقطه می‌ایستند و به سمت یکدیگر نشانه می‌روند. روند و میل خطی را که دیگری را قطع می‌کند، به دست می‌آورند. میانگین این دو را محاسبه می‌کنیم. همین کار را دوباره برای به دست آوردن روند و میل یک خط دوم نیز انجام می‌دهند. برای به دست آوردن جهت‌گیری یک صفحه که شامل دو خط است، خط‌ها را به صورت دو نقطه روی استریونوت می‌کشیم و صفحه را حرکت می‌دهیم تا دو نقطه روی یک دایره بزرگ قرار گیرند. امتداد

شکل ۹. مشخص کردن جهت روش نقشه



از این تکنیک هم چنین برای تعیین امتداد یک لایه به روش دستی نیز استفاده می شود. کافی است: شیب سنج را روی عدد صفر قرار دهیم، روی یک لایه بایستیم، در طول لایه نگاه کنیم، و شیب سنج را بدون حرکت دادن پیچ تنظیم آن، تراز کنیم. بعد از این که شیب سنج تراز شد، نقطه ای را روی لایه در راستای خط دید افقی مان مشخص می کنیم. اکنون ما خط امتداد را به دست آورده ایم (خط افقی) و کافی است تا راستای آن را به روش نشانه روی چشمی و یا کمری بخوانیم. برای این که در چنین موقعیتی شیب لایه را در جهت عمود بر خط امتداد بخوانیم، از شیب سنج به صورتی که برای اندازه گیری شیب توضیح داده شد، استفاده می کنیم.

### یافتن موقعیت با استفاده از کمپاس و نقشه

در این بخش می آموزیم که چگونه از یک کمپاس و نقشه ی توپوگرافی، برای مشخص کردن موقعیتمان روی نقشه استفاده کنیم. اولین کار تنظیم کمپاس با انحراف مغناطیسی ناحیه است. اگر این کار صورت نگیرد، برداشت ها و نتایج آن ها اشتباه خواهند بود و به مکانی که مدنظرمان است، نخواهیم رسید. انحراف مغناطیسی در منطقه ی مورد نظر، باید روی نقشه چاپ شده باشد. بعد از یافتن انحراف مغناطیسی روی نقشه، باید آن را روی کمپاس خود منتقل کنیم. اگر از کمپاس برانتون استفاده می کنیم، کافی است تا همان طور که قبلاً ذکر شد، پیچ برنجی را که در کنار بدنه ی کمپاس قرار دارد، بچرخانیم تا میخ شاخص روی صفحه ی مدرج، روی میزان انحراف درست قرار گیرد. برای مدل های دیگر کمپاس می توانیم، انحراف مغناطیسی را با چرخاندن دایره ی مدرج بیرونی کمپاس تا زمان قرارگیری عدد مورد نظر روی صفحه ی مدرج در مقابل خط شاخص لبه بالایی کمپاس، تصحیح کنیم. برای نمونه های دیگر کمپاس که با این روش ها قابل تصحیح انحراف مغناطیسی نیستند، باید به کتاب راهنمای همراه آن ها مراجعه کرد. نکته ی قابل توجه این است که این انحراف حتماً باید تصحیح شود.

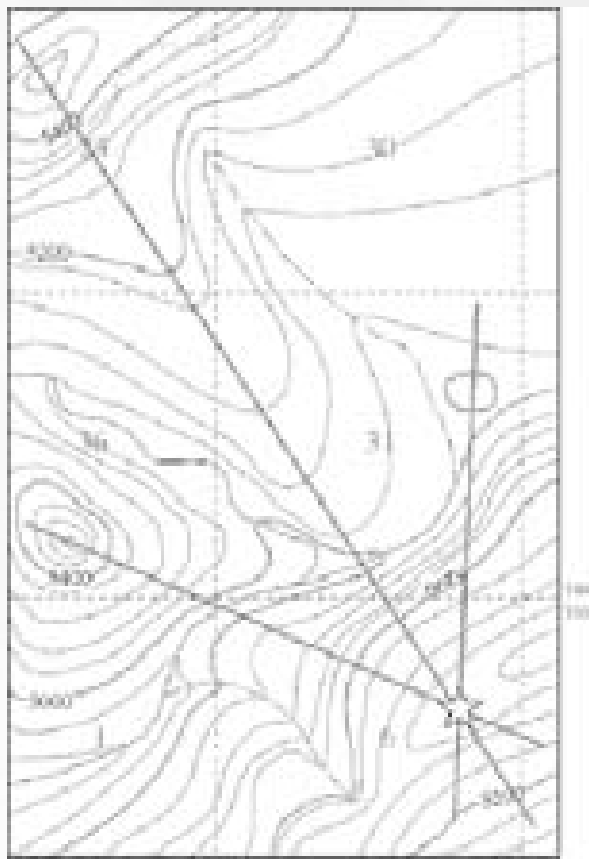
**مشخص کردن جهت:** ما با نقشه ی خود در صحرا ایستاده ایم و می خواهیم از نقطه ی (A) به نقطه ی دیگر (B) برویم. اولین چیزی که باید مشخص کنیم، جهت A تا B است. دو راه برای این کار وجود دارد: ساده ترین راه همراه داشتن یک نقاله در صحراست. با قرار دادن نقاله روی نقشه در راستای شمال-جنوب به طوری که مرکز نقاله روی نقطه ی A، یعنی محلی که شما در آن جا هستید، قرار گیرد، به سادگی می توانید جهت A تا B، یعنی جهتی را که شما می خواهید بدان سو حرکت کنید، از روی نقاله بخوانید.

اگر نقاله به همراه نداشتید، می توانید جهت حرکت خود را با کمک کمپاس مشخص کنید. برای این کار کمپاس را روی نقشه می گذاریم، به صورتی که لبه ی آن در راستای شمالی-جنوبی و مرکز کمپاس روی خط بین دو نقطه ی A تا B قرار گیرد. حال نقشه و کمپاس را با یکدیگر می چرخانیم تا نوک شمالی عقربه ی کمپاس، مقابل عدد ۰ درجه روی صفحه ی مدرج قرار گیرد.

نظر رسیدیم، شیء دیگری را در همان مسیر نشانه روی می‌کنیم و به سوی آن می‌رویم. این کار را آن قدر تکرار می‌کنیم تا به نقطه‌ی B برسیم.

یافتن موقعیت خود روی نقشه: اکنون می‌دانیم که چگونه با استفاده از کمپاس خود از A به B برویم. اما اگر محل دقیق ایستادن خود (نقطه‌ی A) را ندانیم، چه باید بکنیم؟

شکل ۱۰. یافتن موقعیت خود روی نقشه



ساده‌ترین راه استفاده از دستگاه GPS جیبی است. کافی است با این دستگاه مختصات محلی را که ایستاده‌ایم، به دست آوریم و روی نقشه، با کمک مختصات ثبت شده بر روی آن، موقعیت خود را بیابیم. اما اگر ما فاقد GPS بودیم و در منطقه‌ای با توپوگرافی برجسته قرار داشتیم، می‌توانیم به کمک کمپاس، محل دقیق خود را بیابیم. با رسم سه خط متقاطع روی نقشه به راحتی می‌توانیم محل ایستادن خود را روی آن مشخص کنیم. در مرحله‌ی اول سه جلوه‌ی توپوگرافی را که به راحتی می‌توانیم روی نقشه‌ی خود تشخیص دهیم، انتخاب می‌کنیم (مثلاً قله‌ی کوه). با اولین انتخاب آغاز می‌کنیم و راستای خط بین آن نقطه

اکنون می‌توانیم جهتی را که باید حرکت کنیم، با خواندن عددی که حاصل برخورد خط AB با صفحه‌ی مدرج کمپاس است، به دست آوریم. این نکته را هم باید در نظر بگیریم که روی کمپاس برآنتون جای شرق و غرب (E&W) برعکس است و این نباید ما را در خواندن جهت دچار اشتباه کند. همیشه شرق در سمت راست شمال و غرب در سمت چپ آن قرار دارد.

حرکت از A به سمت B: بعد از این که مشخص کردیم به کدام جهت می‌خواهیم حرکت کنیم، حال باید بدانیم برای رسیدن به نقطه‌ی مورد نظر چگونه از کمپاس خود استفاده کنیم. مثلاً جهتی که باید از A به B طی کنیم، ۲۱ درجه به سمت شرق ( $N21^{\circ}E$ ) است. برای این کار کافی است خط مستقیم با زاویه‌ی ۲۱ درجه از شمال را تا رسیدن به مقصد طی کنیم. برای اینکه خود را در این راستا قرار دهیم، کمپاس را طوری به دست می‌گیریم که نوک شمالی عقربه جهتی را که ما می‌خواهیم نشان دهد، اما در ربع کناری. برای مثال، می‌خواهیم به سمت  $N20^{\circ}E$  حرکت کنیم. برای این کار کمپاس را طوری حرکت می‌دهیم که نوک شمالی عقربه‌ی آن مقابل ( $N20^{\circ}W$ ) قرار گیرد.

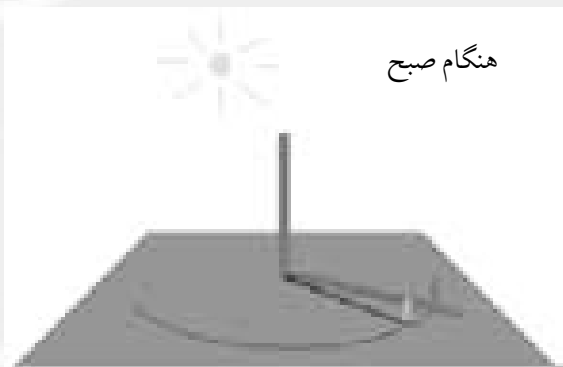


وقتی که این کار را انجام دهیم، لبه‌ی جلویی کمپاس ما زاویه‌ی ۲۰ درجه را در جهتی که می‌خواهیم حرکت کنیم به ما نشان می‌دهد.

اغلب کمپاس‌ها دارای یک سیستم نشانه روی برای دقت بیشتر در تعیین مقصد هستند. کافی است، همان طور که قبلاً توضیح داده شد، از طریق این بازوی نشانه روی به مقصدی که می‌خواهیم به آن برسیم نگاه کنیم و جهت حرکت خود را تعیین کنیم. با یافتن یک شیء (مانند یک درخت یا یک تخته سنگ بزرگ) که در مسیرمان قرار گرفته است، می‌توانیم آزادانه به سمت آن حرکت کنیم بدون آنکه تغییری در مسیرمان ایجاد شود. پس از این که به شیء مورد

را به پایه‌ی چوب بلند، و سر دیگر آن را به چوب نوک تیز می‌بندیم و طناب را کاملاً می‌کشیم. حال به کمک چوب نوک تیز نیم‌دایره‌ای روی زمین می‌کشیم و تا بعد از ظهر صبر می‌کنیم.

شکل ۱۱. جهت یابی به روش خورشید و سایه



تا محلی که ایستاده‌ایم را به وسیله‌ی کمپاس تعیین می‌کنیم و با مداد، خطی را با همان راستا و به کمک نقاله روی نقشه‌ی توپوگرافی می‌کشیم؛ به صورتی که این خط از نقطه‌ی مورد نظر عبور کند. این کار را برای دو نقطه‌ی دیگر نیز تکرار می‌کنیم و خط‌های دیگر را نیز روی نقشه می‌کشیم. سه خط در یک نقطه روی نقشه یکدیگر را قطع می‌کنند و آن محل ایستادن ماست.

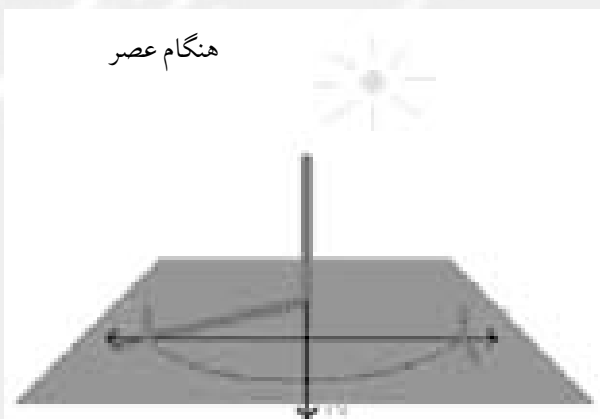
بسته به دقت عمل ما در نشانه‌روی و کشیدن خطوط روی نقشه، ممکن است اشتباهاتی در تعیین موقعیت ما رخ دهد. مطمئناً نقطه‌ی مشخص شده باید دوباره با نقشه کنترل و اصلاح شود. برای مثال، اگر خطوط یکدیگر را در یک دره قطع کنند و ما روی یک تپه ایستاده باشیم، مشخص است که اشتباه رخ داده و نقطه تعیین شده روی نقشه باید اندکی جابه‌جا شود. برای تعیین موقعیت دقیق باید بدانیم که روی تپه ایستاده‌ایم یا به سمت دره. چنانچه به همراه خود ارتفاع‌سنج داریم، می‌توانیم از آن نیز برای تعیین موقعیت دقیق خود استفاده کنیم.

### جهت یابی بدون کمک قطب نما

ممکن است در یک سفر قطب‌نما نداشته باشیم و یا قطب‌نمای ما از کار افتاده باشد. در این حالت نیاز داریم تاراه خود را بدون استفاده از قطب‌نما و به کمک خورشید، ماه، ستارگان و طبیعت اطرافمان بیابیم. برای یافتن موقعیتمان در یک سفر صحرایی ممکن است بالا رفتن از یک تپه و مشاهده‌ی اطراف ایده‌ی خوبی به نظر برسد. بالای تپه خوب به اطرافمان نگاه می‌کنیم و آثار فعالیت انسان‌ها را می‌یابیم. اکنون می‌توانیم تصمیم بگیریم که به کدام سمت حرکت کنیم. اما اگر نقشه و قطب‌نما به همراه نداشته باشیم، نمی‌توانیم مشخص کنیم که کدام جهت شمال است. پس برای تعیین جهات جغرافیایی می‌توانیم از یکی از روش‌های زیر استفاده می‌کنیم:

۱. روش خورشید و سایه: یکی از دقیق‌ترین روش‌ها استفاده از سایه و خورشید است. در این روش به یک آسمان صاف و قدری زمان نیاز داریم. به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری جهات نیز نیاز نیست. تنها به یک چوب صاف به طول یک متر، دو قطعه چوب یا سنگ کوچک نوک تیز و یک تکه نخ با طناب نیاز داریم. هنگام صبح و کمی قبل از ظهر، درجه‌بندی را شروع می‌کنیم. چوب بلند را به صورت قائم در زمین فرو می‌بریم. زمین اطراف چوب باید افقی و هموار باشد. حال یکی از چوب‌های کوچک را در زمین و درست در جایی که سایه‌ی چوب بلند تمام می‌شود، فرو می‌کنیم. یک سر طناب

هنگام عصر



در طول روز سایه کوتاه و کوتاه‌تر می‌شود و از ظهر به بعد دوباره بر طول آن افزوده می‌گردد. ظهر و هنگامی که سایه در کوتاه‌ترین حالت خود قرار دارد، روی نیم‌دایره راستای سایه را علامت می‌زنیم. در این حالت، سایه راستای شمال را نشان می‌دهد. سرانجام سایه بلند می‌شود و دوباره به نیم‌دایره‌ی رسم شده می‌رسد. این نقطه را با چوب نوک تیز علامت می‌زنیم. اگر طناب یا ریسمانی برای رسم دایره نداشته‌ایم، می‌توانید از یک چوب صاف بلند یا هر وسیله‌ی دیگری که بتوان با آن یک نیم‌دایره رسم کرد، استفاده می‌کنیم.

حال خطی که دو چوب کوچک را به هم وصل می‌کند، راستای شرقی-غربی را نشان می‌دهد. درحقیقت باید نقاط را به صورت دقیق مشخص کنیم، زیرا هر دو نقطه‌ای که فاصله‌های مشابهی

به کمک ماه هم می توان ستاره ی قطبی را در آسمان مشخص کرد. اگر بتوانیم ماه را در آسمان ببینیم، می توانیم جهت شمال را مشخص کنیم. دو راه برای این کار وجود دارد:

الف) هنگامی که ماه کامل است، اگر به سمت ماه بایستیم رو به شمال ایستاده ایم.

شکل ۱۲. جهت یابی به کمک ماه



ب) زمانی که ماه به صورت هلال است، اگر دو نوک هلال را به وسیله ی خطی به هم وصل کنیم و ادامه دهیم، به ستاره ی قطبی می رسیم که جهت شمال را نشان می دهد. اگر فاصله ی ماه را تا ستاره ی قطبی در شب اندازه گیری کنیم، می توانیم از این فاصله در روز که ماه مشخص است و ستاره ی قطبی ناپیداست، برای یافتن شمال بهره بگیریم.



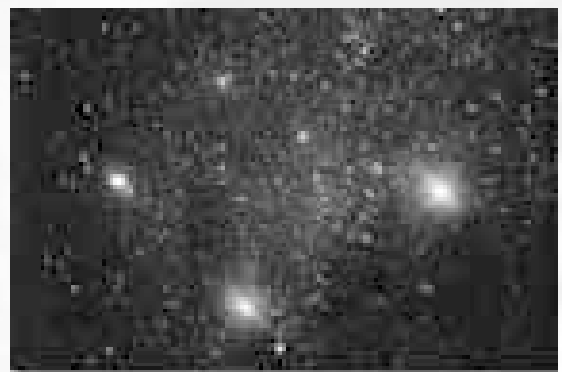
۳. استفاده از ساعت: به کمک یک ساعت عقربه دار نیز می توان راستای شمال و جنوب را مشخص کرد. ساعت را جلوی

از قاعده ی چوب بلند داشته باشند، برای ما خط شرقی- غربی را مشخص می کنند. یک راه سریع تر و البته تقریبی نیز برای این روش وجود دارد که البته در پایین خط استوا نادرست خواهد بود. در این حال به چوب تیز و طناب نیازی نداریم. نشانه ی اول را مشخص می کنیم و تنها ۲۰ دقیقه صبر می کنیم. سپس نشانه ی دوم را در زمین در انتهای سایه می کاریم و خط مابین این دو سایه تقریباً خط شرقی- غربی خواهد بود.

۲. استفاده از ستارگان و ماه: شب هنگام می توانیم به کمک ستاره ها مسیر خود را مشخص کنیم. در نیم کره ی شمالی ستاره ای که در هر لحظه و در تمامی اوقات در شمال قرار دارد، «ستاره ی قطبی»<sup>۳</sup> نامیده می شود. حال چگونه این ستاره را در آسمان شب بیابیم؟ به راحتی این کار امکان پذیر است. چنانچه «دب اکبر»<sup>۴</sup> را که شبیه به یک ملاقه ی دسته دار است در آسمان بیابیم و فاصله ی دو ستاره ی انتهایی نوک کاسه ی ملاقه را به میزان ۵ برابر امتداد دهیم، به ستاره ی پر نوری می رسیم که همان ستاره ی قطبی است. این ستاره جزئی از دب اصغر است و همیشه جهت شمال را نشان می دهد.

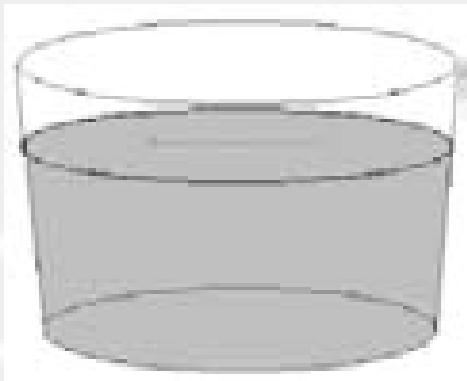


شکل ۱۲. در نیمکره ی جنوبی باید چلیپا یا صلیب جنوبی<sup>۵</sup> را در آسمان بیابیم. تا راستای جنوب را به ما نشان دهد.



۴. **سنجاق مغناطیسی**: روش دیگری که می‌توان برای مشخص کردن راستای شمال و جنوب از آن استفاده کرد، ساختن یک قطب‌نمای ساده است. برای این کار به یک سنجاق آهنی و یک لیوان آب نیاز داریم. سنجاق باید سبک باشد تا روی آب شناور بماند. یا می‌توان از یک کاغذ یا برگ درخت در زیر آن استفاده کرد تا سنجاق به زیر آب فرو نرود. البته با چرب کردن سنجاق به کمک روغن نیز می‌توان از فرورفتن آن جلوگیری کرد.

شکل ۱۴. جهت‌یابی با استفاده از سنجاق مغناطیسی



چنانچه سنجاقی که به کار می‌بریم مغناطیسی باشد، آن را روی آب قرار می‌دهیم و سنجاق می‌چرخد و برای ما راستای شمال-جنوب را نشان می‌دهد. اما اگر سنجاق مغناطیسی نباشد، باید به کمک پارچه‌ای پشمی آن را مغناطیسی کنیم و سپس این روش را به کار بگیریم. البته این روش دارای اشکالی است: تنها راستای شمال-جنوب را مشخص می‌کند، اما محل شمال یا جنوب را نشان نمی‌دهد. بنابراین، باید به کمک روش‌های دیگر، محل قطب‌ها را مشخص کنیم یا آن‌ها را حدس بزنیم.

۵. **آثار طبیعی**: روش دیگر، استفاده از آثار طبیعی موجود است. هنگامی که قطب‌نمایی در اختیار نبود، خورشید و سایه‌ای وجود نداشت و ستاره‌ها هم در آسمان دیده نمی‌شدند، می‌توان از این آثار در جهت یافتن قطب‌ها استفاده کرد:

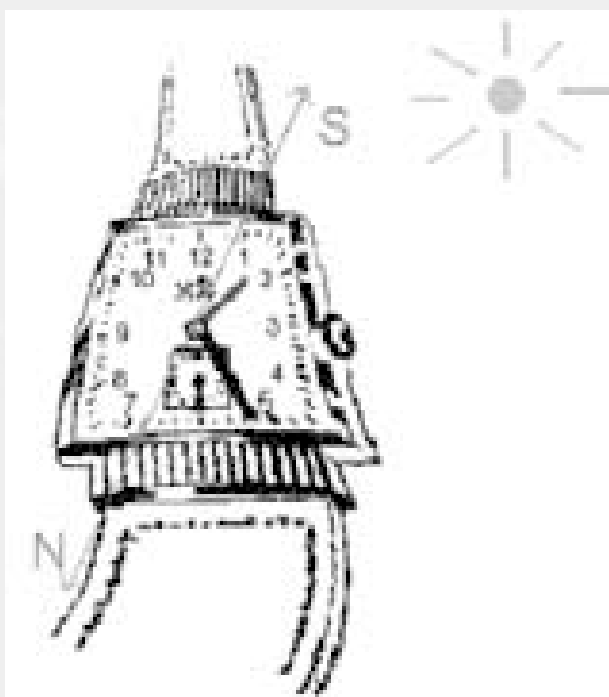
شکل ۱۶. جهت‌یابی به کمک آثار طبیعی لانه‌ی مورچه‌ها



چشمان خود به صورتی می‌گیریم که عقربه‌ی کوچک (ساعت شمار) به سمت خورشید قرار گیرد. خط نیمساز زاویه‌ی بین عقربه‌ی کوچک و ساعت ۱۲، راستای جنوب را نشان می‌دهد و جهت مخالف آن جهت شمال را مشخص می‌کند.

هنگام شب نیز (از ۶ عصر تا ۶ صبح) چون خورشید در آسمان نیست، محل آن را معادل ساعتی که در آسمان هست در نظر می‌گیریم. دلیل تقسیم کردن ساعت به دو بخش این است که ساعت در شبانه‌روز دو دور می‌زند، ولی خورشید یک دور که البته این حالت مشکلی در تعیین جهت ایجاد نمی‌کند.

شکل ۱۳. جهت‌یابی با استفاده از ساعت



بسیاری از مردم امروزه دارای ساعت دیجیتالی هستند. برای تعیین جهت کافی است ساعت را بخوانیم و روی کاغذ، ساعتی عقربه‌دار که همان زمان را نشان دهد، بکشیم. آن‌گاه را روی صفحه‌ی ساعت خود قرار می‌دهیم و به روشی که در بالا گفته شد، جهت شمال و جنوب را مشخص می‌کنیم.

این روش در هوای مه‌آلود و هنگامی که تنها هاله‌ای از خورشید مشخص است و جایگاه آن به خوبی قابل تشخیص نیست نیز کاربرد دارد. در این حالت کافی است یک تکه چوب نازک داشته باشیم و آن را به صورت قائم در زمین فرو کنیم. سایه‌ی آن روی زمین، هم‌راستا با جهت تابش خورشید روی زمین می‌افتد که نوک سایه، دقیقاً در جهت مخالف خورشید قرار می‌گیرد. حال که جایگاه خورشید مشخص شده است می‌توان از روش شرح داده شده راستای شمال و جنوب را مشخص کرد.

3. Polaris
4. Big Dipper
5. Southern Cross

منابع

1. <http://www.edibleplants.com/month/moonorth.htm>
2. <http://www.learn-orienteeing.org/old/nocompass1.html>
3. Compton, R. R., (1985). *Geology in the Field*. John Wiley & Sons, New York, 398p.
4. Goulet, Chris, M. (1999). At: [http://www.cam.org/~gouletc/decl\\_faqs.html](http://www.cam.org/~gouletc/decl_faqs.html)
5. **Babaiw, Hassan A.**, 2001, **The Brunton® Compass and Geological Objects**.
6. <http://earthsci.org/education/fieldsk/compass/compass.html#The Brunton>
7. <http://www.learn-orienteeing.org/old/>
8. <http://courses.geo.ucalgary.ca/glgy203/images/se1.htm>
9. [http://geology.isu.edu/geostac.Field\\_Exercise/topomaps/compass.htm](http://geology.isu.edu/geostac.Field_Exercise/topomaps/compass.htm)

برای مطالعه ی بیشتر

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Compass>
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Brunton\\_compass](http://en.wikipedia.org/wiki/Brunton_compass)
3. <http://www.ascscientific.com/compass.html>
4. <http://www.gly.fsu.edu/~kish/field/projects/p4/pp4.html>
5. <http://earthsci.org/education/fieldsk/comp2/comp2.html>
6. [http://www.kitefarm.com/compass\\_museum/survey.html](http://www.kitefarm.com/compass_museum/survey.html)

● در جنگل ها و در کنار درختان می توان آثاری را یافت که در یافتن جهت قطبین به ما کمک کنند . یکی این که بیشتر شاخه های درختان به جهت جنوب رشد می کنند و شاخه های کمتری در جهت شمال می رویند . این را می توان با ایستادن در راستای تنه درخت به خوبی مشاهده کرد .

● بخش شمالی تنه ی درخت مرطوب تر از بخش رو به جنوب آن است . دلیل این موضوع تابش کمتر خورشید به بخش شمالی است . این را می توان از گلسنگ های روئیده در بخش شمالی تنه درختان متوجه شد .

● برخی جانوران، مانند مورچه ها و موریانه ها لانه ی خود را در سمت رو به جنوب درختان که آفتابگیر است، حفر می کنند .

● در بهار، برف های روی دامنه های رو به جنوب زودتر از دامنه های شمالی ذوب می شوند .

● گیاهان و بوته ها در دامنه هایی که رو به جنوب شیب دارند، دارای ضخامت بیشتری هستند .

● میوه های درختانی که در دامنه های جنوبی قرار دارند، سریع تر می رسند .

این روش های طبیعی به صورت قطعی قابل اطمینان نیستند و شرایط محیطی ممکن است، توسط عوامل متفاوت مانند باد تغییر کند . قبل از استفاده از این علائم بهتر است از روش های مطمئن تری که ذکر شدند، استفاده کنیم .

\* گروه ارائه اطلاعات مرکز داده های علوم زمین

زیرنویس

1. pacing
2. Jacob Staff

