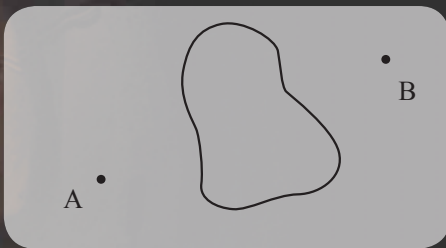


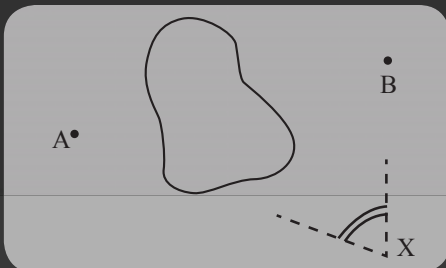
نازنین حسن نیا

دید و بازدید داخل تونل!

می‌خواهیم راهی مستقیم از A به B بسازیم و برای عبور از کوه، تونلی حفر کنیم. از نقطه A در چه جهتی حرکت کنیم تا به B برسیم؟ کمی اشتباه در پیدا کردن جهت، راه‌ها را طولانی می‌کند و هزینه و زمان ساخت جاده و تونل خیلی زیاد می‌شود. این مسئله از زمان یونانیان باستان حل شده بود. آن‌ها برای ساخت اولین تونل‌هایشان از هندسه کمک گرفتند. نقطه‌ای مثل X را در نظر بگیرید که از این نقطه هر دو شهر A و B را می‌توان دید.



در نقطه X رو به A می‌ایستیم و خط دید را روی زمین رسم می‌کنیم. بار دیگر رو به نقطه B می‌ایستیم و خط دید را روی زمین رسم می‌کنیم. زاویه به‌دست آمده را اندازه می‌گیریم.



حالا یک بار فاصله مستقیم X تا A روی زمین و سپس فاصله مستقیم X تا B را اندازه می‌گیریم. فرض کنید اعداد زیر به‌دست آمده‌اند:

$$\begin{aligned} \angle X &= 53^\circ \\ \overline{AX} &= 6 \text{ km} \\ \overline{BX} &= 3/9 \text{ km} \end{aligned}$$

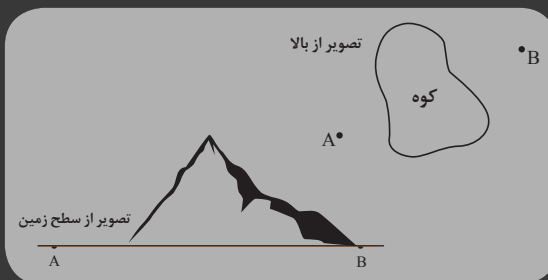
مثلث ABX را روی نقشه رسم می‌کنیم. در این مثلث، اندازه دو ضلع و زاویه بینشان را می‌دانیم. در هندسه خوانده‌اید که با

شاید در سفرهایتان از تونل‌های کوهستانی عبور کرده باشید. بعضی از این تونل‌ها کوتاه و مستقیم هستند و بعضی دیگر طولانی و پرپیچ و خم. بعضی از این تونل‌ها در سال‌های اخیر ساخته شده‌اند و بعضی دیگر در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ سال قبل.

«تونل کلات» یکی از قدیمی‌ترین تونل‌های ایران است که هنوز از آن استفاده می‌شود. این تونل درست در ورودی شهر «کلات نادری» ساخته شده است. طول این تونل ۷۵۰ متر و عرض آن به قدری کم است که دو ماشین سواری نمی‌توانند از کنار هم عبور کنند.



امروزه، جهت‌یابی برای ساخت راه‌ها و تونل‌ها، به راحتی با کمک رادارها و «جی‌پی‌اس» انجام می‌شود. اما بیایید به ۱۰۰ یا ۲۰۰ سال پیش فکر کنیم که این وسایل وجود نداشتند. فرض کنیم کوه بزرگی بین دو نقطه A و B قرار دارد و نمی‌توانیم از نقطه A، B را ببینیم.

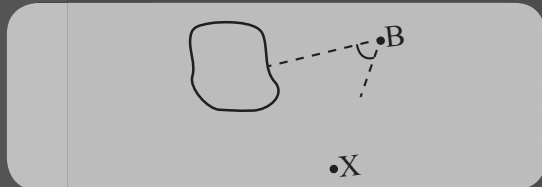




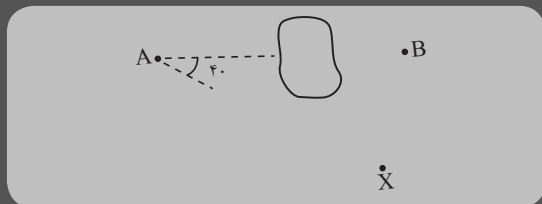
در همه این شکل‌ها زاویه X ، ۵۳° درجه است. اگر نقاله را بردارید و زاویه‌های A و B را اندازه بگیرید، در هر سه شکل زاویه A ۴۰° درجه و زاویه B ، ۸۷° درجه است. به نظر می‌رسد با بزرگ و کوچک کردن شکل به‌طور یکنواخت، زاویه‌های آن تغییری نمی‌کند. به این ترتیب اگر شکل را آن قدر بزرگ کنیم که اندازه‌ها واقعی شوند، باز هم داریم:

$$\angle A = 40^\circ \text{ و } \angle B = 87^\circ$$

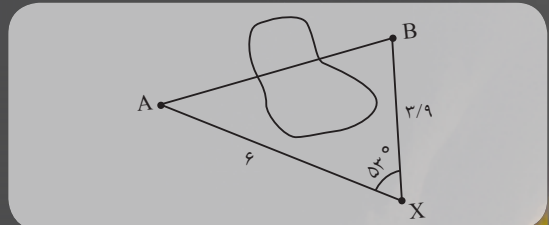
حالا اوضاع بهتر شد. روی زمین در نقطه B رو به X می‌ایستیم و خط دیدمان را روی زمین رسم می‌کنیم. نقاله را باز می‌کنیم و از این خط، ۸۷° درجه به‌سمت کوه می‌چرخیم. باز هم خط دید را روی زمین رسم می‌کنیم. در این جهت مستقیم به‌سمت کوه حرکت می‌کنیم؛ انگار روی نقشه، روی ضلع AB از B به سمت A می‌روییم.



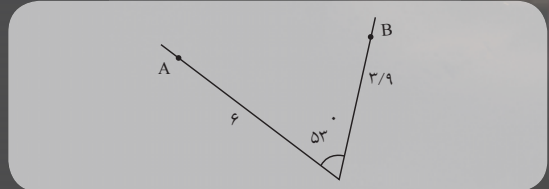
وقتی به کوه رسیدیم، درست در همین راستا، شروع به کندن می‌کنیم و در دل کوه پیش می‌روییم. اگر بخواهیم جاده و تونل سریع‌تر آماده شود، می‌توانیم از یک گروه دیگر کمک بگیریم. آن‌ها باید مشابه کار ما را از نقطه A انجام دهند. یعنی در نقطه A رو به X می‌ایستند و خط دیدشان را روی زمین رسم می‌کنند. از این خط، ۴۰° درجه به‌سمت کوه می‌چرخند و جهت دید را هم روی زمین رسم می‌کنند. در این جهت جدید، مستقیم به‌سمت کوه پیش می‌روند و کوه را سوراخ می‌کنند؛ انگار روی کاغذ نقشه، روی ضلع AB از A به سمت B حرکت می‌کنند. جایی در دل کوه، تونل کامل می‌شود.



این مشخصات، تنها یک مثلث می‌توان رسم کرد.



این مثلث را با مقیاس دلخواه روی کاغذ رسم می‌کنیم. مثلاً هر یک سانتی‌متر روی کاغذ را برابر با یک کیلومتر روی زمین در نظر می‌گیریم. برای این کار ابتدا با کمک نقاله یک زاویه ۵۳° رسم می‌کنیم و رأس آن را X می‌نامیم. روی یک ضلع آن ۶ سانتی‌متر جدا می‌کنیم و این نقطه را A می‌نامیم. روی ضلع دیگر زاویه $۳/۹$ سانتی‌متر جدا می‌کنیم و این نقطه را B می‌نامیم.



حالا به کمک خط‌کش دو نقطه A و B را به هم وصل می‌کنیم. این مثلث الگوی کوچک شده مثلث ABX روی زمین است. اگر این مثلث را چندین بار به‌طور یکنواخت (یعنی بدون اینکه ترکیب شکل تغییری کند) بزرگ کنیم، یعنی شبیه‌سازی که دستگاه کپی هنگام بزرگ کردن نوشته‌ها انجام می‌دهد، شکل‌های زیر به‌دست می‌آیند:

