

فصل پنجم

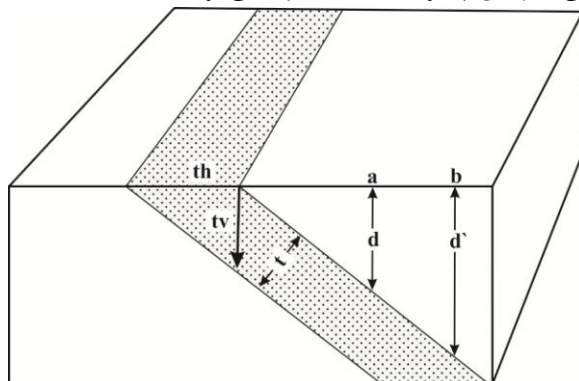
محاسبه ضخامت و عمق لایه

تعاریف

ضخامت^۱ - فاصله عمودی بین دو صفحه محدود کننده لایه به نام ضخامت آن نامیده می شود (t در شکل ۵-۱) در بسیاری موارد، بسته به نوع کار معدنی یا اکتشافی، با ضخامت ظاهری لایه سر و کار داریم. به طور کلی می توان گفت که فاصله غیر عمودی بین سطح و کف لایه، به نام ضخامت ظاهری آن نامیده می شود. در بین ضخامتهای ظاهری متعدد لایه، دو حالت خاص را می توان تشخیص داد:

ضخامت افقی - فاصله سطح و کف لایه در یک صفحه افقی و در جهت عمود بر امتداد لایه، به نام ضخامت افقی موسوم است (th در شکل ۱-۵) ضخامت افقی در کارهای معدنی یا اکتشافی افقی مثل تونل و ترانشه، اندازه گیری می شود.

ضخامت قائم - فاصله قائم سطح و کف لایه در یک صفحه قائم عمود بر امتداد لایه، به نام ضخامت قائم خوانده می شود (tv در شکل ۱-۵). ضخامت قائم در کارهای معدنی یا اکتشافی قائم مثل چاه و گمانه، اندازه گیری می شود.

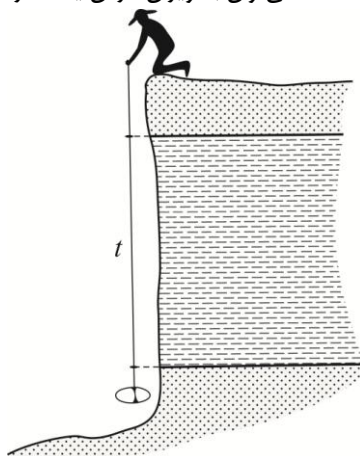


شکل ۱-۵- پارامترهای ضخامت و عمق لایه

عمق لایه^۲ - فاصله قائم یک نقطه (معمولاً این نقطه روی سطح زمین در نظر گرفته می شود) تا سطح لایه به این نام خوانده می شود (d, d' در شکل ۱-۵).

اندازه گیری ضخامت لایه به طریق مستقیم

در بعضی موارد، می توان کف و سطح طبقه را مستقیماً مشاهده کرد و ضخامت آن را اندازه گرفت. ساده ترین حالت آن است که یک لایه افقی، در یک مقطع قائم رخنمون داشته باشد (شکل ۲-۵) در این حالت، می توان با آویزان کردن یک متر نواری، ضخامت لایه را اندازه گرفت.

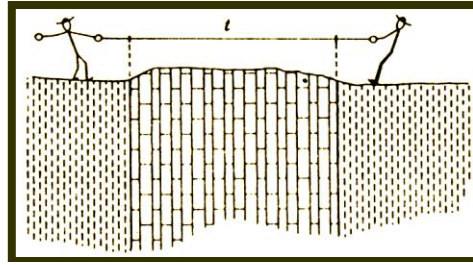


شکل ۲-۵- اندازه گیری ضخامت لایه های افقی در مقطع قائم

حالت ساده دیگر آنست که بتوان لایه های قائم را در سطح افقی مشاهده نمود. در این حالت، نیز می توان مطابق شکل ۳-۵ ضخامت لایه را به آسانی اندازه گرفت. بدیهی است بایستی متر نواری را در جهت عمود بر امتداد طبقه، نگهداشت.

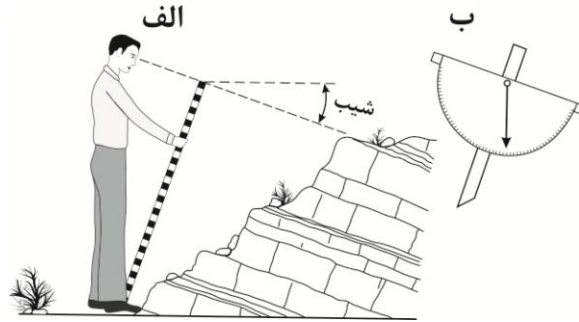
^۱-Thickness

^۲-Depth



شکل ۳-۵-اندازه گیری ضخامت لایه‌های قائم در سطح افقی

در بعضی موارد می‌توان ضخامت طبقات شیب دار را نیز به طور مستقیم اندازه گرفت (شکل ۴-۵). در این حالت، مطابق شکل به انتهای یک چوب صاف یک شیب سنج نصب کرده (شکل ۴-۵ ب) و آنرا طوری قرار می‌دهیم که شیب سنج، زاویه‌ای برابر شیب لایه را نشان دهد. سپس از بالا طوری به چوب نگاه می‌کنیم که سطح طبقه دیده شود (شکل ۴-۵ الف) در این حالت، نقطه‌ای از چوب را که در امتداد دید است علامت می‌گذاریم طول این قطعه چوب تا نقطه علامت گذاری شده، ضخامت لایه را به دست خواهد داد.



شکل ۴-۵-اندازه گیری ضخامت لایه‌ها به روش مستقیم

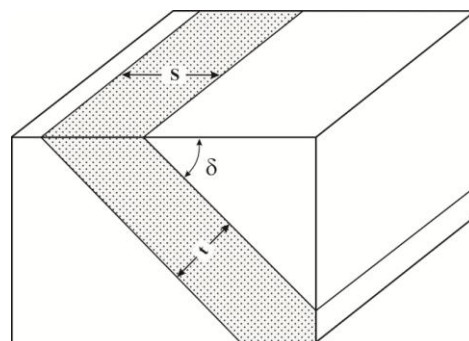
تعیین ضخامت لایه به روش غیر مستقیم

در بسیاری موارد، به علت وضعیت لایه و سطح زمین، اندازه گیری رابه طریق مستقیم نمی‌توان انجام داد. در چنین مواردی، بایستی ضخامت ظاهری لایه را اندازه گیری و به وسیله فرمولها و یا جداول موجود، آن را به ضخامت حقیقی تبدیل کرد. اینک روشهای مختلف و حالات متفاوت را بررسی می‌کنیم:

روش محاسبه‌ای

الف-حالتی که سطح زمین افقی و امتداد مقطع عمود بر امتداد صفحه باشد.

در این حالت، می‌توان با اندازه گیری ضخامت افقی S در جهت عمود بر امتداد لایه، ضخامت حقیقی آن را به دست آورد (شکل ۵-۵):



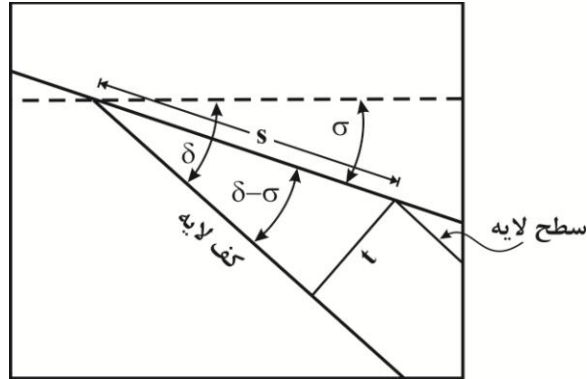
شکل ۵-۵-اندازه گیری ضخامت لایه‌های شیب دار در مقاطع افقی

که در آن t ضخامت حقیقی، S ضخامت افقی و δ زاویه شیب طبقه است.

ب-حالتی که امتداد مقطع عمود بر امتداد لایه و شیب سطح زمین در جهت شیب لایه باشد. در این حالت، با توجه به شکل ۵-۶ ضخامت حقیقی را می توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$t = S \cdot \sin(\delta - \sigma)$$

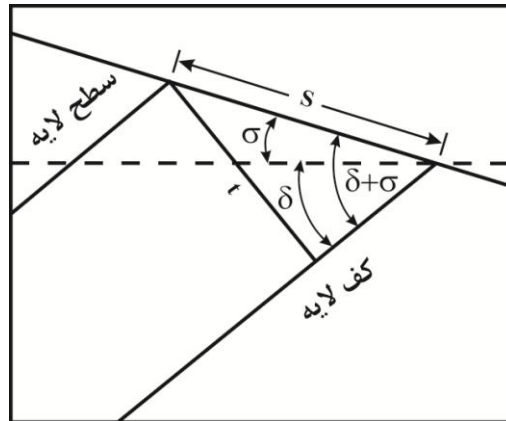
در این رابطه، t ضخامت حقیقی، S ضخامت ظاهری، δ زاویه شیب لایه و σ زاویه شیب سطح زمین، می باشد.



شکل ۵-۶- تعیین ضخامت لایه درحالتی که شیب لایه و سطح زمین در یک جهت باشد.

ج-حالتی که امتداد مقطع عمود بر امتداد لایه و شیب سطح زمین در خلاف جهت شیب لایه باشد. در این حالت، با توجه به شکل ۶-۷ ضخامت حقیقی لایه را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

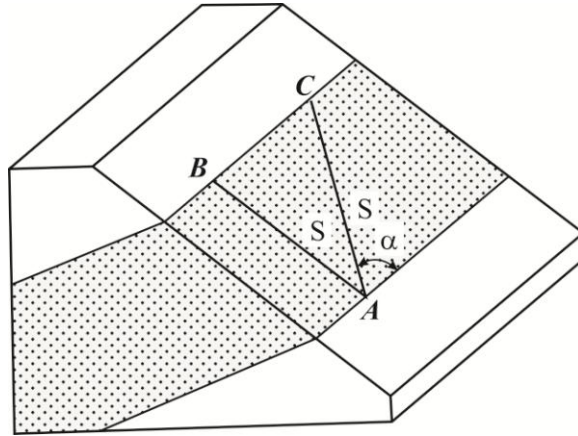
در این رابطه t ضخامت حقیقی، S ضخامت ظاهری δ شیب لایه و σ شیب سطح زمین است.



شکل ۵-۷- تعیین ضخامت لایه درحالتی که شیب لایه و سطح زمین درخلاف جهت هم باشد.

د-حالتی که امتداد مقطع، بر امتداد لایه عمود نباشد.

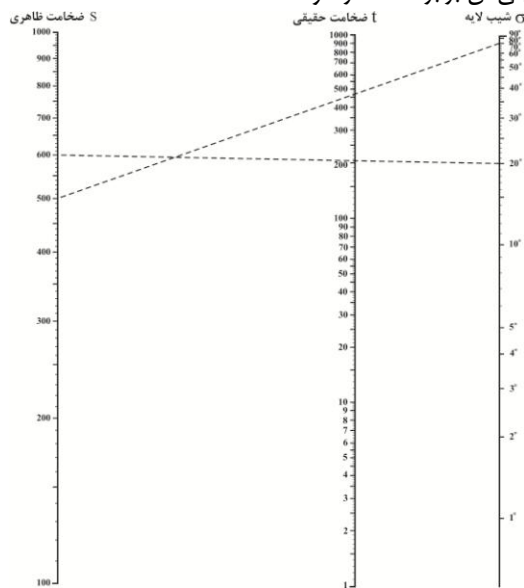
در حالتی که امتداد مقطع اندازه گیری ضخامت ظاهری، بر امتداد لایه عمود نبوده و با آن زاویه a تشکیل دهد، بایستی ضخامت حاصله را در سینوس این زاویه نیز ضرب کرد تا ضخامت واقعی به دست آید (شکل ۸-۵)



شکل ۸-۵- تعیین ضخامت لایه در حالتی که مقطع اندازه‌گیری بر امتداد لایه عمود نباشد
در رابطه بالا S ضخامت ظاهری در امتداد AC ، S ضخامت ظاهری در جهت عمود بر امتداد لایه و a زاویه بین مقطع مورد نظر و امتداد لایه می‌باشد. بدین ترتیب، فرمول کلی محاسبه ضخامت حقیقی به شرح زیر درمی‌آید:

در این فرمول، هنگامی که شیب لایه و زمین در یک جهت باشند، علامت منفی و در حالت عکس، علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود.
استفاده از نمودار - برای محاسبه ضخامت لایه در حالات مختلف، از نمودارهایی که در این زمینه موجود است نیز می‌توان استفاده کرد.
در حالتی که جهت اندازه‌گیری ضخامت ظاهری، عمود بر امتداد لایه و سطح زمین افقی باشد، می‌توان از نموداری که در شکل ۹-۵ نشان داده شده، استفاده نمود.

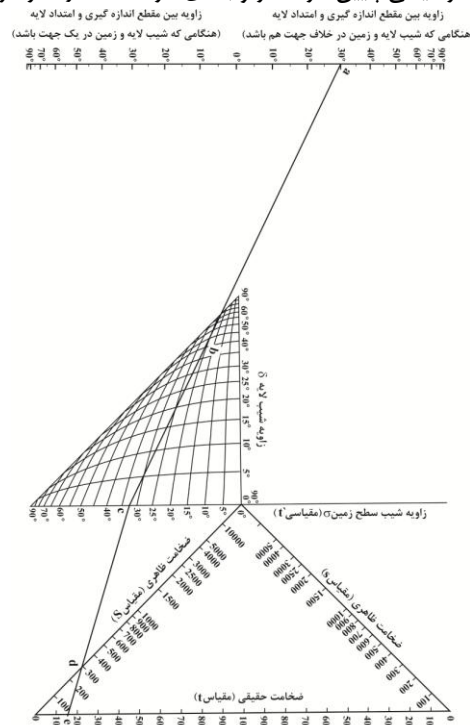
برای استفاده از این نمودار، ابتدا ضخامت افقی لایه را در خط سمت چپ نقل کرده و آنگاه، زاویه شیب لایه را در خط مربوط به شیب، مشخص می‌کنیم. با وصل این دو نقطه به هم، خط سوم، در نقطه‌ای قطع می‌شود که معرف ضخامت حقیقی لایه است. مثلاً اگر ضخامت افقی طبقه ۵۰۰ متر و شیب آن ۷۰ درجه باشد، ضخامت حقیقی آن برابر ۵۷۰ متر خواهد شد.



شکل ۹-۵- نمودار محاسبه ضخامت حقیقی لایه در حالتی که سطح زمین افقی باشد.
در حالت کلی، یعنی هنگامی که جهت اندازه‌گیری ضخامت ظاهری بر امتداد لایه عمود نبوده و سطح زمین نیز افقی نباشد، می‌توان از نمودار کلی شکل ۱۰-۵ استفاده کرد.

این نمودار، در حقیقت نمودار فرمول کلی ۵-۵ است که قبلاً بررسی شد. برای شرح چگونگی استفاده از این نمودار، فرض می‌کنیم که ضخامت ظاهری در امتدادی که با امتداد لایه زاویه ۳۰ درجه می‌سازد، ۳۰۰ متر باشد. اگر شیب لایه $\delta = 50^{\circ}$ و شیب زمین $\sigma = 20^{\circ}$ و در خلاف جهت آن باشد، می‌خواهیم ضخامت حقیقی لایه را پیدا کنیم.

برای این کار، ابتدا زاویه بین امتداد مقطع مورد نظر و امتداد لایه را در اولین خط سمت چپ نقل کرده و بدین ترتیب، نقطه a را به دست می‌آوریم. در مواردی که شیب سطح زمین و لایه در یک جهت باشد، از نیمه پایینی و در مواقعی که در خلاف جهت یکدیگر باشند، از نیمه بالایی خط استفاده می‌شود. حال، زاویه شیب لایه (در اینجا 50°) را در ضلع افقی مثلث میانی نقل کرده و زاویه شیب سطح زمین (در اینجا 20°) را روی ضلع قائم آن آورده و محل تلاقی آنها، یعنی نقطه b را پیدا می‌کنیم. سپس از نقطه a به b وصل می‌کنیم تا خط عمودی میانی نمودار (مقیاس t) را در نقطه c قطع کند. حال، ضخامت ظاهری لایه را در یکی از دو ضلع مورب مثلث کناری نقل کرده و نقطه d را بدست می‌آوریم. اگر نقطه c در نیمه پایینی خط قائم وسطی واقع شد از ضلع مورب پایینی و درحالتی که نقطه c در قسمت بالایی این خط قرار گرفت. از ضلع مورب بالایی مثلث استفاده می‌کنیم. سپس از نقطه c به d وصل می‌کنیم تا خط قائم دست راست نمودار را در نقطه e قطع کند. قرائت نقطه e در روی این خط، ضخامت واقعی طبقه را به دست خواهد داد. اگر نقاط d, c در نیمه فوقانی نمودار قرار گیرند، قرائت خط قائم دست راست را بایستی از بالا به پایین انجام داد یعنی در این حالت، بایستی بالای خط را صفر و پایین آنرا ۲۰۰ در نظر گرفت و درحالتی که مانند مثال یاد شده، نقاط c, d در نیمه پایینی واقع شوند، بایستی این خط را از پایین به بالا قرائت کرد یعنی پایین آنرا صفر و بالای آنرا ۲۰۰۰ در نظر گرفت.



ش ۱۰-۵- نمودار محاسبه ضخامت حقیقی لایه در حالت کلی

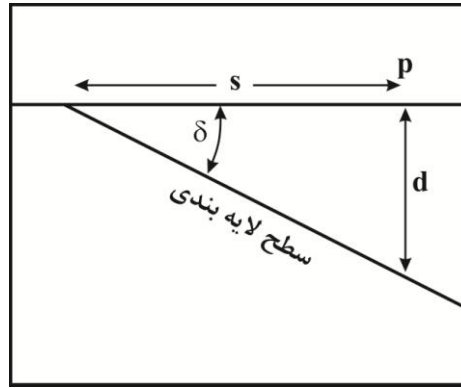
محاسبه عمق لایه

برای محاسبه عمق لایه نیز روشهای مختلف و حالات متفاوتی وجود دارد که در اینجا آنها را شرح می‌دهیم:

روش محاسبه‌ای

در حالات مختلف، می‌توان عمق لایه را از طریق محاسبه، به شرح زیر تعیین کرد:

الف- حالتی که سطح زمین افقی و امتداد مقطع عمود بر امتداد لایه باشد. در این حالت مطابق شکل ۱۱-۵ عمق لایه را در نقطه مورد نظر می‌توان از رابطه زیر به دست آورد. در این رابطه، d عمق لایه، S فاصله نقطه تا رخنمون لایه و δ زاویه شیب آن می‌باشد.



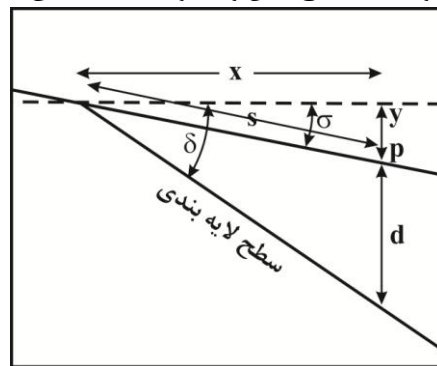
شکل ۵-۱۱- تعیین عمق لایه در حالی که سطح زمین افقی باشد.

ب- حالتی که امتداد مقطع اندازه گیری عمود بر امتداد لایه و زوایای شیب لایه و سطح زمین در یک جهت باشد. در این حالت، با توجه به شکل ۵-۱۲ عمق لایه را می توان به شرح زیر محاسبه کرد:

$$d = S (\cos \sigma \operatorname{tg} \delta - \sin \sigma)$$

و یا

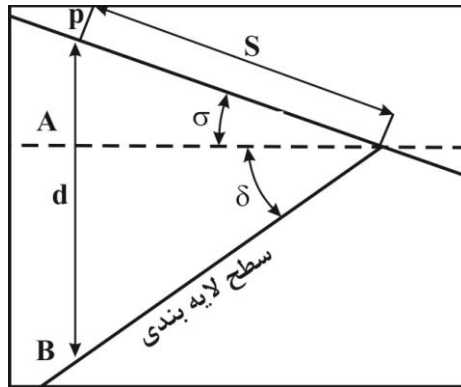
که در آن d عمق، S فاصله نقطه تا رخنمون، σ زاویه شیب سطح زمین و δ زاویه شیب لایه می باشد.



شکل ۵-۱۲- تعیین عمق لایه در حالی که شیب لایه و سطح زمین در یک جهت باشد.

ج- حالتی که امتداد مقطع اندازه گیری عمود بر امتداد لایه و زوایای شیب لایه و سطح زمین در خلاف جهت یکدیگر باشند. در این حالت با توجه به شکل ۵-۱۳ داریم:

d



شکل ۱۳-۵- تعیین عمق لایه در حالتی که شیب لایه و سطح زمین در خلاف جهت هم باشند.

د-حالتی که امتداد مقطع اندازه گیری عمود بر امتداد لایه نباشد.

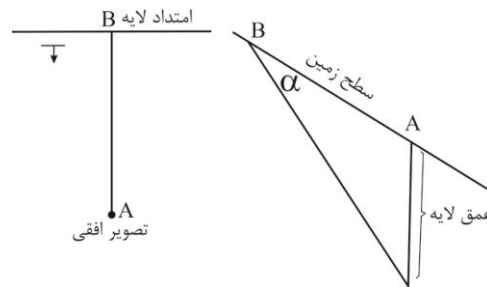
درحالتی که امتداد اندازه گیری ضخامت ظاهری بر امتداد لایه عمود نباشد، ابتدا بایستی آن را نسبت به این انحراف تصحیح کرد و آنگاه محاسباتی را که ذکر شد به کار برد (شکل ۸-۵). اگر K فاصله نقطه تا رخنمون لایه و a زاویه بین امتداد مقطع مورد نظر و امتداد لایه باشد داریم:

بنابراین در حالت کلی، فرمول به شکل زیر در می آید:

در این رابطه، K فاصله نقطه تا رخنمون لایه، a زاویه بین امتداد مقطع اندازه گیری و امتداد لایه، σ زاویه شیب سطح زمین، δ زاویه شیب لایه و d عمق لایه در نقطه مورد نظر می باشد. در مواردی که شیب سطح زمین و لایه در یک جهت باشد، علامت منفی و درحالت عکس، علامت مثبت در نظر گرفته می شود.

روش ترسیمی

اگر شیب لایه ای در دست باشد و بخواهیم عمق آنرا در نقطه A حساب کنیم، کافیست مقطع AB را رسم کرده و عمق آنرا با توجه به مقیاس نقشه اندازه بگیریم (شکل ۱۴-۵).

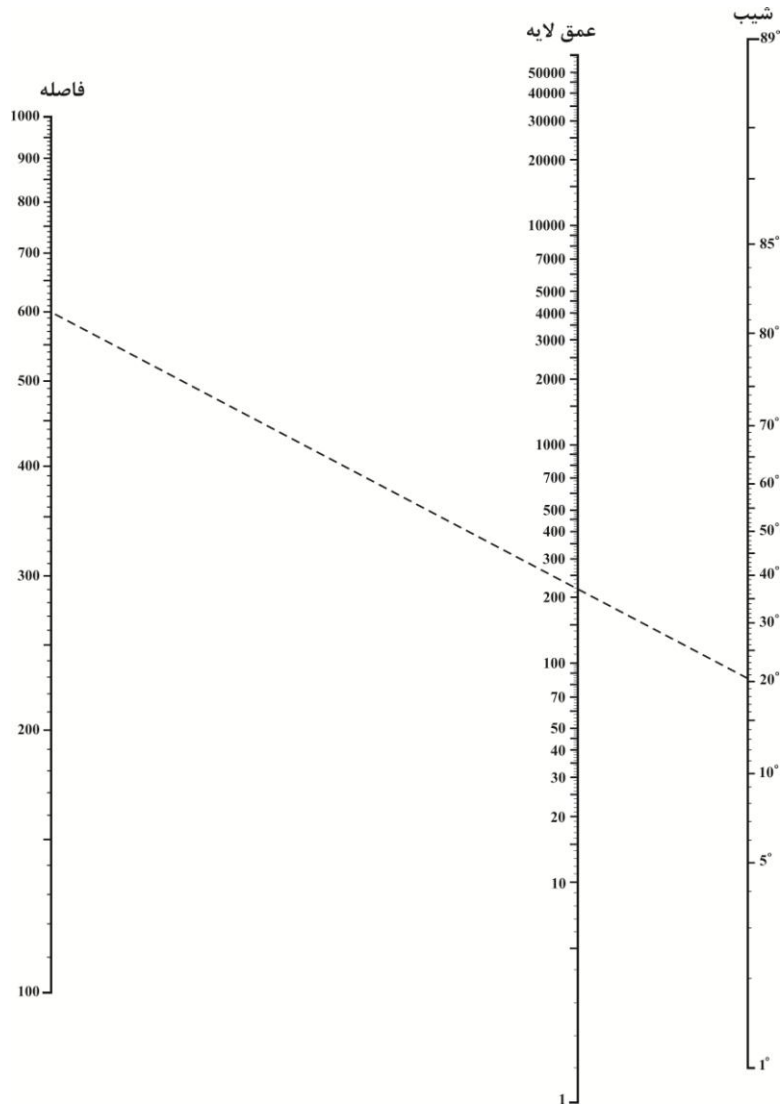


شکل ۱۴-۵- تعیین عمق لایه در یک نقطه به روش ترسیمی

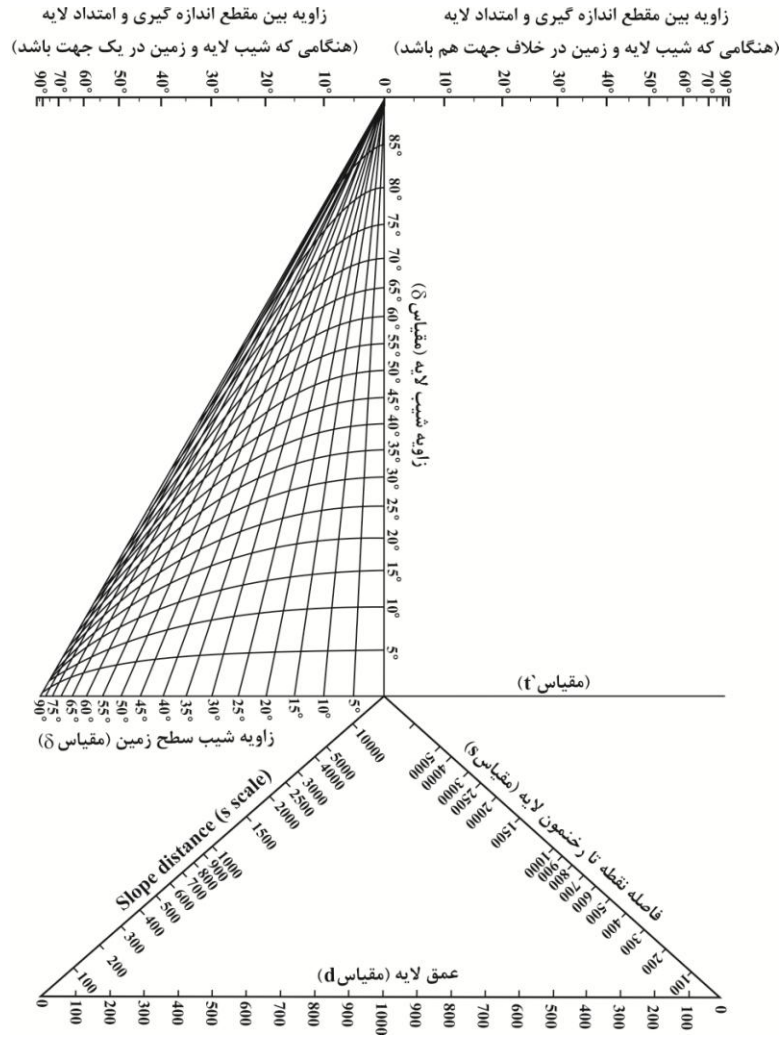
در صورتی که امتداد AB بر امتداد لایه عمود نباشد، ابتدا بایستی شیب ظاهری لایه را در این امتداد حساب کرد و آنگاه مقطع آنرا رسم و عمق را اندازه گیری نمود.

استفاده از نمودارها

برای محاسبه عمق لایه بعضی نمودارها تهیه شده است. درحالتی که امتداد مقطع اندازه گیری بر امتداد لایه عمود و سطح زمین افقی باشد، می توان از نمودار شکل ۱۵-۵ استفاده کرد. برای استفاده از این نمودار ابتدا فاصله نقطه تا رخنمون لایه را روی خط سمت چپ جدا کرده و بعد از مشخص کردن نقطه مربوط به شیب لایه روی خط سمت چپ، آن دو را به هم وصل می کنیم تا خط وسط را در نقطه ای که برابر عمق لایه در نقطه مورد نظر است، قطع کند. در حالت کلی می توان نمودار ۱۶-۵ را به کار برد که نحوه استفاده از آن همانند نمودار ۱۰-۵ است.



شکل ۱۵-۵- نمودار تعیین عمق لایه در حالتی که سطح زمین افقی باشد.



شکل ۱۶-۵- نمودار محاسبه عمق لایه در حالت کلی