

فصل چهارم

کاربرد روش استریوگرافیک در

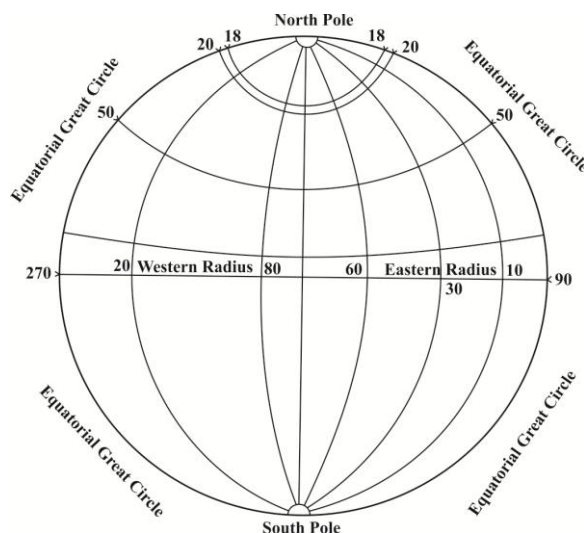
زمین شناسی ساختاری (اصول اولیه)

مقدمه

روشهای ترسیمی و اندازه گیری که در فصل ۲ توضیح داده شد، بی تردید در تعیین شیب حقیقی، شیب ظاهری، جهت امتداد و غیره مفید می باشد ولی این روشها مستلزم وقت زیادی می باشد، چون خطوط با مقیاس رسم می شوند و زوایا در ترسیم در نظر گرفته می شوند، همچنین جهت ترسیم شیبهای ظاهری و غیره مقیاس مناسبی باید انتخاب گردد. هنگامی که اندازه گیری های زاویه ای در دسترس باشد، شبکه استریوگرافی می تواند به کار رود و زمان به کار رفته به طور قابل ملاحظه ای کمتر از مدت صرف شده برای روشهای برداری و اندازه گیری می باشد. استفاده از شبکه استریوگرافی در حل مسایل شیب و امتداد و تعیین خط تقاطع سطوح شیب دار در مطالب بعدی توضیح داده می شود.

شبکه استریوگرافی

این شبکه از یک تصویر کروی^۱ که روی سطح استوایی^۲ نتیجه می شود، تشکیل شده است. در این شبکه تمام روابط زاویه ای حفظ شده است، بنابراین در بررسی داده ها، مبتنی بر اندازه گیری های زاویه ای سودمند است. بدین ترتیب شیب صفحه ها، جهت روندها، جهت امتداد، شیبهای حقیقی و ظاهری، محل تقاطع سطوح شیب دار و مانند آن، می تواند به راحتی به قطبها یا کمانهای دایره بزرگ تبدیل شود. شبکه مرکب از دایره استوایی یا دایره تصویر^۳ می باشد که درون آن، کمانهایی از دایره های بزرگ نظیر طولهای جغرافیایی^۴ و دایره های کوچک شبیه عرضهای جغرافیایی رسم شده است (شکل ۵-۴). هر کمان از دایره بزرگ یا مدار با یک ارزش دو درجه ای مشخص می گردد. بنابراین فاصله زاویه ای بین دو کمان متوالی شبکه با دو درجه برابری می کند. این شبکه استریوگرافی به نام «شبکه ولف»^۵ نامیده می شود که می تواند پاسخی با دقت دو درجه بدهد.



شکل ۱-۴- شبکه استریوگرافی (شبکه ولف) و قسمتهای مختلف آن نشان داده شده است.

دایره بزرگ استوایی = دایره تصویر = محیط دایره

کمانهای دایره بزرگ = طول جغرافیایی همانند خطوطی که قطبهای شمال و جنوب را به هم وصل می کند.

شعاع شرق و غرب = برای نشان دادن شیب سطوح به کار می رود.

خطوط عرض جغرافیایی = جهت نشان دادن شیب سطوح کاربرد دارد.

توجه کنید که انحنای هر یک از طولها یا عرضهای جغرافیایی تغییر می کند. طول جغرافیایی بیشترین انحنا را در پیرامون شبکه دارد و عرض جغرافیایی بیشترین انحنا را در قطبها دارا می باشد.

نقش دایره های کوچک^۶

دایره های کوچک برای ترسیم امتدادهایی نظیر شمال، شرق، $N40^{\circ}W$, $N40^{\circ}E$, $S60^{\circ}W$ و از این قبیل بکار می روند، قطب شمال با 360° درجه یا جهت امتداد شمال مشخص می گردد، انتهای شعاع شرقی، جنوبی و غربی جهت های شرق، جنوب و غرب را نشان می دهند. مدارها (عرضهای جغرافیایی) تصویر دایره بزرگ استوایی را قطع می کنند و چنین مکانهایی جهت های متعددی شبیه

۱- Spherical Projection

۲-Equatorial plane

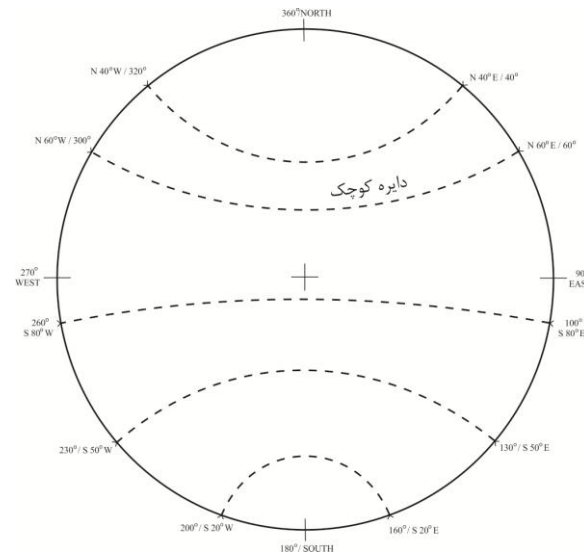
۳-Primitive circle

۴-Longitudes

۵-Wulfes net

۶-Small Circle

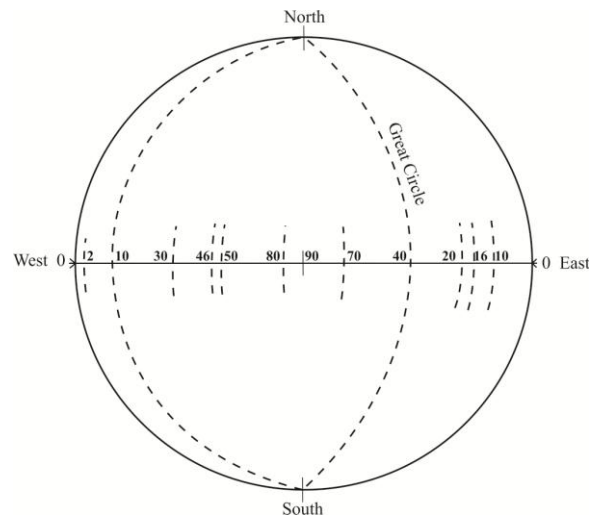
انتخاب می شود و محل برخورد آن با دایره تصویر امتداد آن را مشخص می نماید.



شکل ۲-۴- موقعیت بعضی از راستاهای اصلی، دایره‌های و ربع دایره‌های نشان داده شده است. زوایای مورد اشاره از تماس کمانهای (عرض جغرافیایی) با دایره تصویر یا سطح استوایی مشخص می‌شوند این نقاط وقتی که به مرکز شبکه وصل شود، خطوط امتداد را نشان می‌دهد.

نقش کمانهای دایره های بزرگ^۱

کمانهای دایره‌های بزرگ برای نشان دادن شیب یک صفحه مستوی یا یک سطح به کار می‌رود. نقطه تقاطع هر کمانی از دایره بزرگ با شعاع شرقی یا غربی زاویه شیب را نشان می‌دهد. و در هیچ جای دیگر شیب صفحه داده شده نمایان نمی‌باشد. پیرامون به معنی دایره تصویر برای صفر درجه و مرکز شبکه برای شیب ۹۰ درجه قرار می‌گیرد. مقادیر متوسط مانند ۴، ۳۰، ۴۰، ۷۰ و غیره، در بین صفر درجه و مرکز شبکه جایگزین می‌شوند. (شکل ۳-۴)



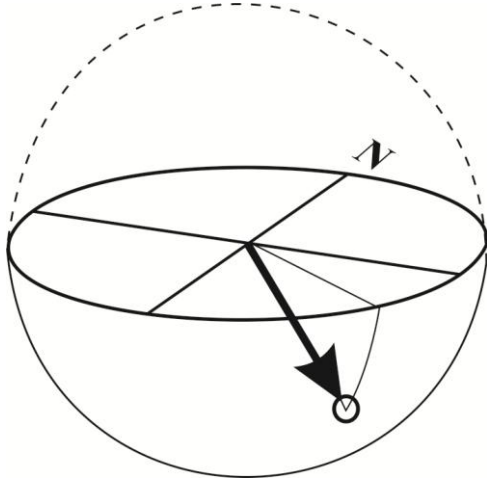
شکل ۳-۴- کمانهای مایل دایره های بزرگ (طولهای جغرافیایی) را نشان می‌دهد. محل تقاطع طول جغرافیایی در شعاع شرقی یا غربی، مقدار شیب کمان را به ما میدهد. این تقاطع در دایره تصویر صفر (شرقی‌ترین و غربی‌ترین نقطه) و در مرکز ۹۰ درجه می‌باشد. توجه کنید که فاصله بین کمانهای متوالی دایره بزرگ مانند ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ درجه و غیره ثابت نمی‌باشد. عریض‌ترین فاصله نزدیک محیط دایره و کوتاه‌ترین فاصله نزدیک مرکز شبکه می‌باشد. (در شبکه ولف).

۱- Great Circle

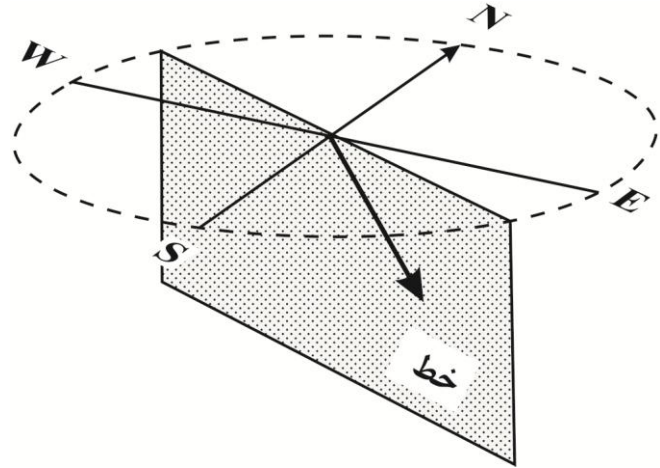
مفهوم تصویر استریوگرافیک

مرحله ۱- نمایش خط و صفحه بر روی کره (تصویر کروی)

این مرحله را با تصویر کردن یک ساختار خطی شروع می کنیم. شکل ۴-۴ الف یک عنصر خطی را بر روی زمین همانطور که دیده می شود نشان می دهد. فرض کنید بر روی زمین مورد بحث کره تو خالی داریم. حالا خط از نقطه رخنمون بدون هیچگونه چرخشی به مرکز زمین منتقل شود (شکل ۴-۴ ب). سپس طول خط به سمت پایین افزایش یافته تا موقعی که با سطح کره برخورد کند. نقطه برخورد خط با کره تصویر کروی^۱ خط نامیده می شود که همیشه در نیمکره پایینی قرار می گیرد و موقعیت دقیق آن بستگی به جهت های خط دارد.

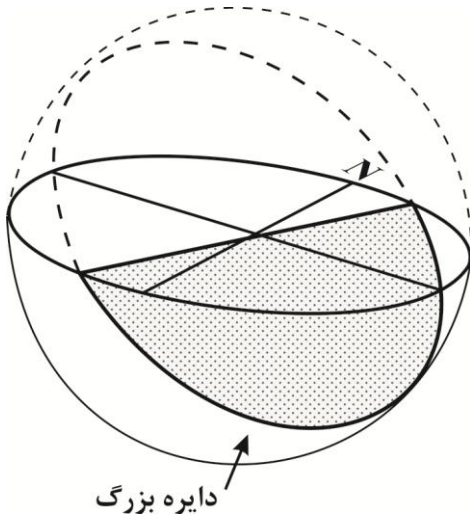


ب

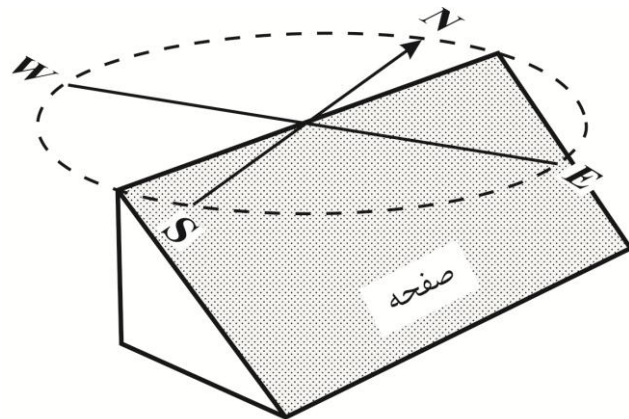


الف

شکل ۴-۴ الف-تصویر یک خط همانطور که روی زمین دیده می شود. ب- تصویر کروی یک خط مشابه با عنصر خطی، عنصر صفحه ای نیز در زمین دارای یک تصویر می باشد که می توان در شکل ۴-۵ آن را مشاهده کرد. در حالت تصویر کروی، صفحه در درون نیمکره پایینی ادامه پیدا می کند تا با سطح آن تماس پیدا کند (شکل ۴-۵ ب). خط تماس دایره ای بر روی کره با همان شعاع خود کره است.



ب



الف

شکل ۴-۵ الف-تصویر یک صفحه همانطور که روی زمین دیده می شود. ب- تصویر کروی یک صفحه

مرحله ۲- تصویر کردن نقطه و خط از نیمکره پایینی روی یک سطح صاف (تصویر استریوگرافیک)

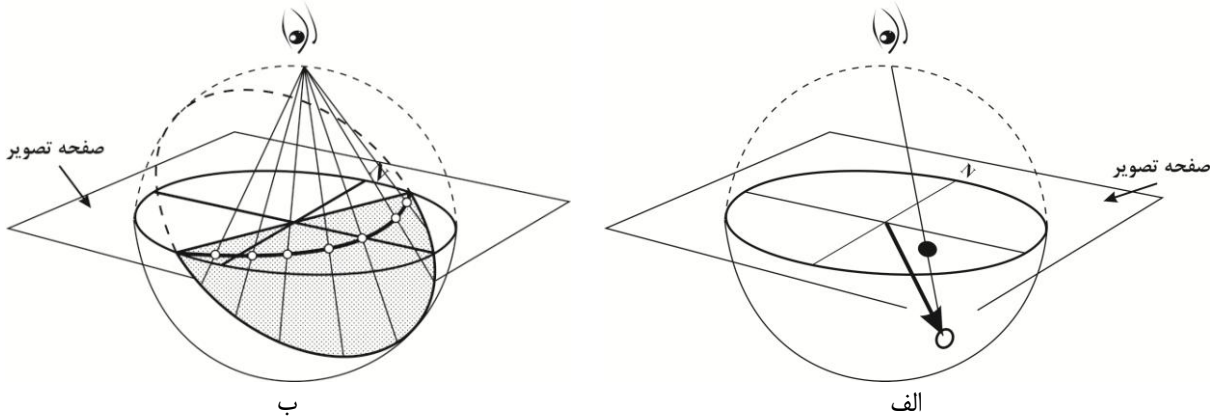
تصویر استریوگرافیک نیاز به یک صفحه بنام صفحه تصویر^۲ دارد. این صفحه به حالت افقی و مابین دو نیمکره بالایی و پایینی عبور می کند (شکل ۴-۶). حاصل تقاطع صفحه تصویر بر با نیمکره پایینی یک دایره بزرگ بنام دایره محیطی^۳ ایجاد می کند (شکل ۴-۷). تصویر کروی یک

۱- Spherical Projection

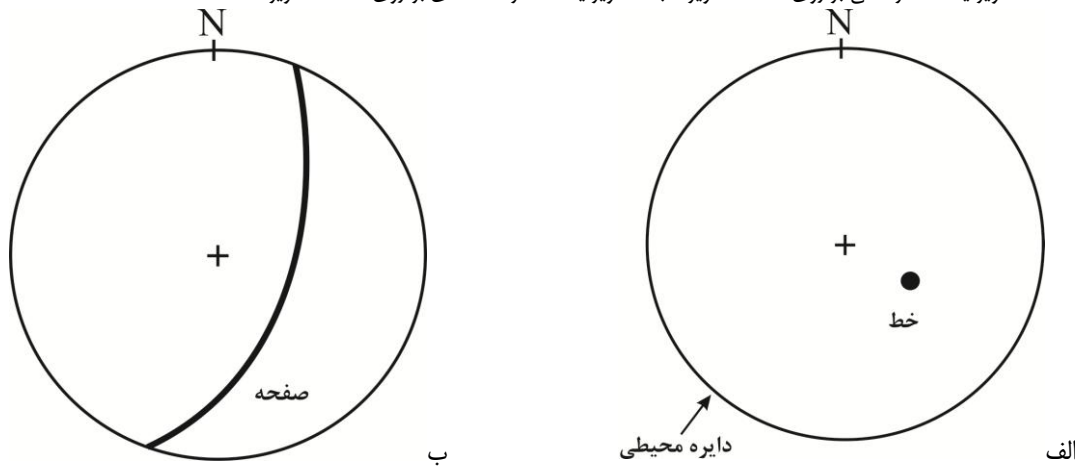
۱- Plane of Projection

۲- Primitive Circle

عنصر خطی بر روی صفحه تصویر حاصل برخورد شعاع دید مابین نقطه سرسو^۱ و نقطه تماس عنصر خطی با داخل نیمکره پایینی می باشد (شکل ۴-۶ الف). این شکل نشان می دهد که تصویر استریوگرافیک عنصر خطی به صورت نقطه می باشد. در خصوص تصویر استریوگرافیک عنصر صفحه ای می توان دید که تصویر استریوگرافیک در این حالت حاصل وصل کردن نقاط برخورد شعاع های تصویر با صفحه تصویر به یکدیگر می باشد (شکل ۴-۶ ب). با توصیف ارائه شده می توان نتیجه گیری کرد که تصویر استریوگرافیک یک عنصر صفحه ای بصورت یک خط (دوایره بزرگ) ترسیم می گردد (شکل ۴-۷ ب).



شکل ۴-۶-الف- تصویر یک عنصر خطی بر روی صفحه تصویر . ب- تصویر یک عنصر صفحه ای بر روی صفحه تصویر

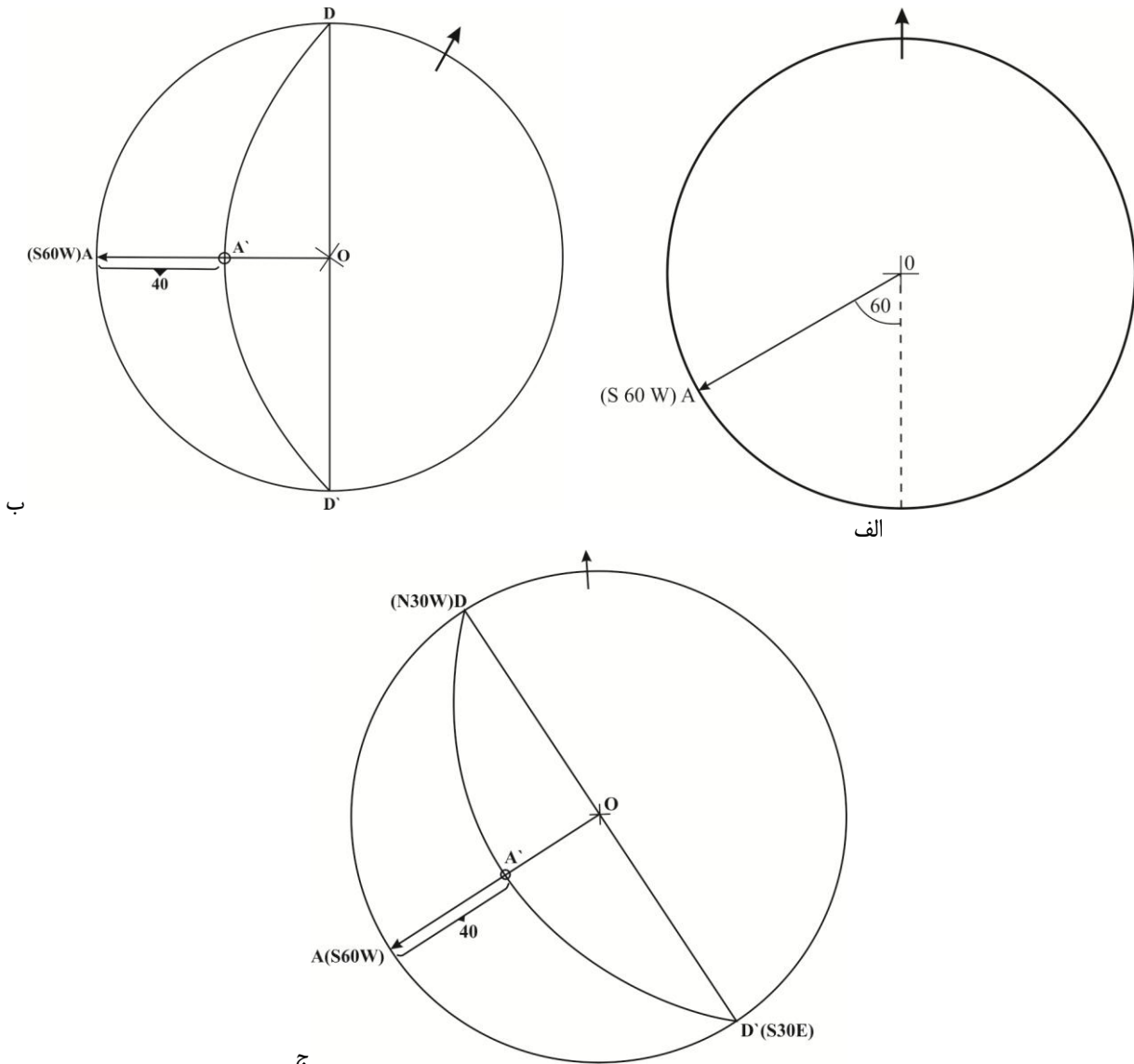


شکل ۴-۷-الف- تصویر استریوگرافیک یک عنصر خطی . ب- تصویر استریوگرافیک یک عنصر صفحه ای

روش ترسیم یک سطح شیب دار

مثال ۴-۱- سطحی با شیب ۴۰ درجه را در راستای $S60^{\circ}W$ نشان دهید.

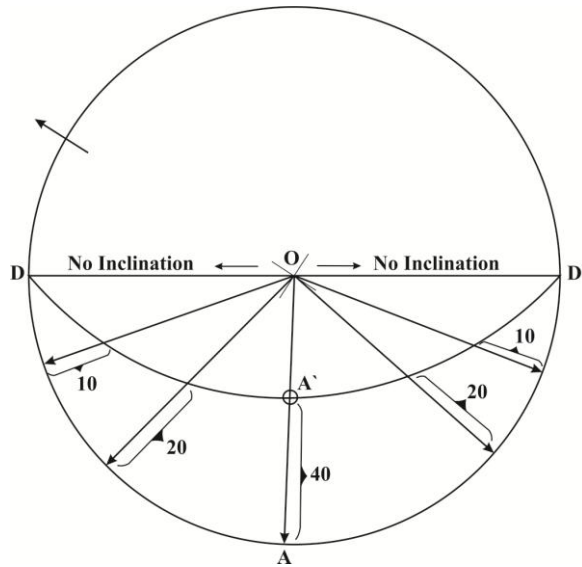
روش کار: در تصویر استریوگرافی، جهت امتداد شیب و مقدار آن از مهمترین عوامل می باشند، تنها با استفاده از جهت امتداد و جهت شیب صفحه نمی توان صفحه را ترسیم کرد. همچنین نیازی به دادن جهت امتداد نمی باشد، چرا که می توان آن را از جهت شیب بدست آورد، زیرا امتداد و شیب دو جهت عمود برهم می باشد. ورقه را روی شبکه استریوگرافی قرار دهید و دایره بزرگ استوایی (دایره بزرگ تصویر) را رسم کنید. مرکز دایره را به توسط یک علامت ضربدر تعیین نمایید. خط شمال را نصف درون و نصف خارج از محیط دایره ترسیم کنید (شکل ۴-۸). در این حالت احتیاج به رسم خط مشابهی در جهت شرق و غرب و غیره وجود ندارد. زاویه ۴۰ درجه از جنوب به طرف غرب را مشخص نمایید و نقطه A را تعیین، خط OA را رسم کنید. در انتهای این خط علامت پیکان را در داخل دایره بکشید (شکل ۴-۸ الف). پس کاغذ کالک را در جهت عقربه های ساعت به چرخانید و خط OA را بر روی شعاع مشخص کننده جهت غرب منطبق نمایید. در این حالت نقطه A را روی خط OA به طریقی جدا کنید تا ۴۰ درجه با محیط دایره فاصله داشته باشد. یک قوس از نقاط A, D, D' عبور داده خط DO'D را رسم نمایید (شکل ۴-۸ ب). سپس کاغذ کالک را روی نقطه صفر قرار دهید. در این حالت نقطه شمال ورقه کالک منطبق با شمال شبکه قرار می گیرد و OA در راستای $S60^{\circ}W$ می باشد و خط DO'D روند $N40^{\circ}W - S40^{\circ}E$ را نشان می دهد (شکل ۴-۸ ج).



شکل ۸-۴: مراحل روش کار برای مثال ۱-۴. الف- موقعیت جهت شیب OA در راستای $S60^\circ W$ در روی کاغذ کالک. ب- چرخش ورقه کالک و قرار دادن OA در امتداد شعاع غرب شبکه، نقطه A و قوس بزرگ دایره (نصف النهار $DO\dot{D}$) نیز رسم شده است. ج- صفحه‌ای با شیب 40° در راستای $S60^\circ W$ ورقه کالک در موقعیت صفر قرار گرفته است و شمال آن بر شمال شبکه منطبق می‌باشد. جهت شیب حقیقی $= N40^\circ W - S40^\circ E$ و $OA = S60^\circ W$ جهت امتداد حقیقی $AA' = 40^\circ, DO\dot{D}$

کاربرد قسمتهای مختلف استریوگرام

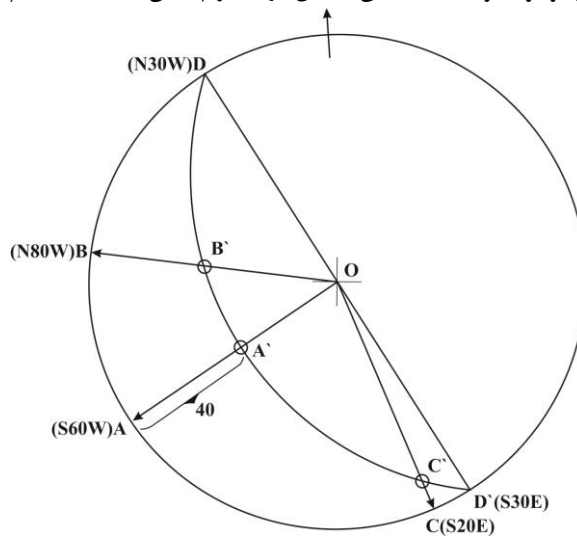
در شکل ۸-۴ ج صفحه‌ای با شیب 40° در راستای $S60^\circ W$ نشان داده شده است. اما لازم است مشخص شود که کدام قسمت، صفحه شیب دار را می‌سازد و کدام خط مقادیر شیب ظاهری را کنترل می‌کند. این پارامترها در شکل ۱۰-۴ نشان داده شده است. در شکل ۹-۴ محدوده مشخص شده نشانگر صفحه شیب دار بوده و فاصله میان دایره تصویر DAD و سطح شیب DAD' با اندازه گیری در طول شعاع مربوط بدست می‌آید (این مقدار مشخص کننده جهت شیب ظاهری است) و مقدار شیب نیز به این طریق محاسبه می‌شود. در شکل ۹-۴ به خوبی مشخص است که فاصله بین DAD و DAD' بین دو نقطه A و A' به حداکثر میرسد و با حرکت از A به سمت D و از مقدار آن کاسته می‌شود. در D یا D' تفاوتی میان دایره اولیه و صفحه شیب دار وجود ندارد. به عبارت دیگر در این حالت انحرافی در طول OD یا OD' وجود ندارد.



شکل ۹-۴- بخشهای صفحه شیب دار. خط امتداد= صفحه شیب دار DOD'

دایره تصویر یا دایره مرجع DAD' و سطح شیب دار $DA'D$

فاصله $DA'D$ و DAD' از AA' به طرف D و D' کاهش می‌یابد، در D و D' فاصله‌ای بین دو صفحه وجود ندارد و لذا زاویه شیب در جهت OD یا OD' صفر است. همچنین از شیب صفحه در هر طرف خط OA کاسته می‌شود، این بدین معناست که دو جهت، با شیب یکسان نظیر ۲۰ درجه، ۱۰ درجه و غیره وجود خواهد داشت این مسایل در دیاگرام نشان داده شده است (مثال ۱-۴).

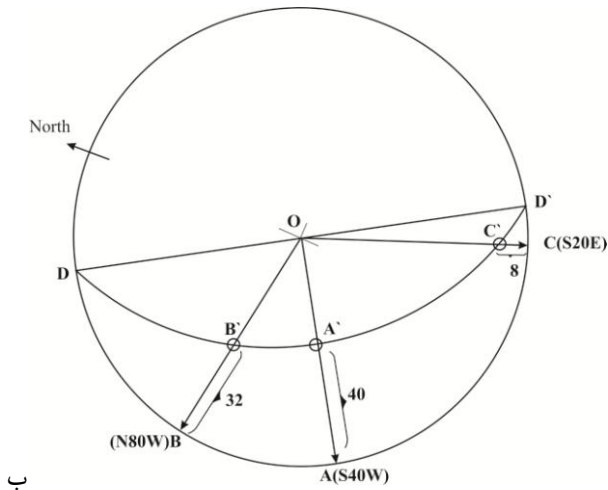


شکل ۱۰-۴- رسم صفحه ای با شیب ۴۰ درجه در راستای $S60^{\circ}W$ (همان گونه که در تصاویر ۸-۴ و ۹-۴ و ۱۰-۴ عمل شده است) و شیب ظاهری جهت OB ، OC با توجه به راستاهای $S20^{\circ}E$ ، $N80^{\circ}W$ (مثال ۲-۴). توجه کنید که OB ، OC نصف النهار دایره $DA'D$ را در نقطه B' ، C' قطع میکند اما زاویه BB' یا CC' در این حالت اندازه‌گیری نشده است.

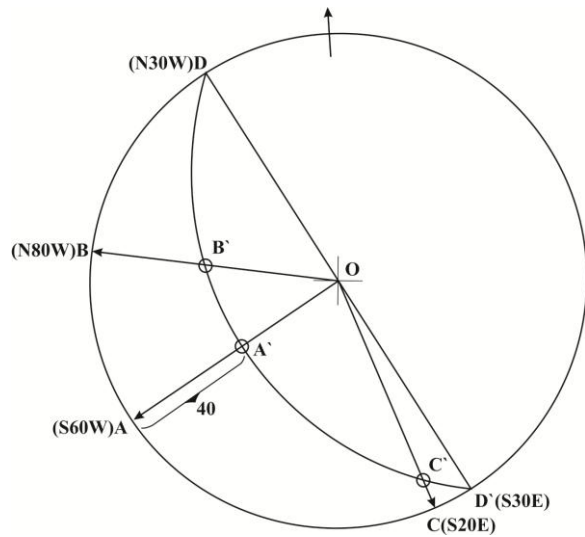
اینک نکته دیگری قابل ذکر است. از هر دو طرف OA از مقدار شیب ظاهری کاسته می‌شود، لذا دو جهت برای یک شیب ظاهری وجود خواهد داشت، از این رو در شکل ۹-۴ دو جهت با شیب ۲۰ درجه، دو جهت با شیب ۱۰ درجه و ... وجود خواهد داشت. بنابراین لازم است یادآوری شود که در دو جهت شیب ظاهری با مقدار یکسان به دست می‌آید. ولی این امر برای شیب حقیقی غیر ممکن به نظر می‌رسد، مگر اینکه ساخت مورد نظر یک چین باشد.

روش خواندن شیب ظاهری در یک جهت دلخواه

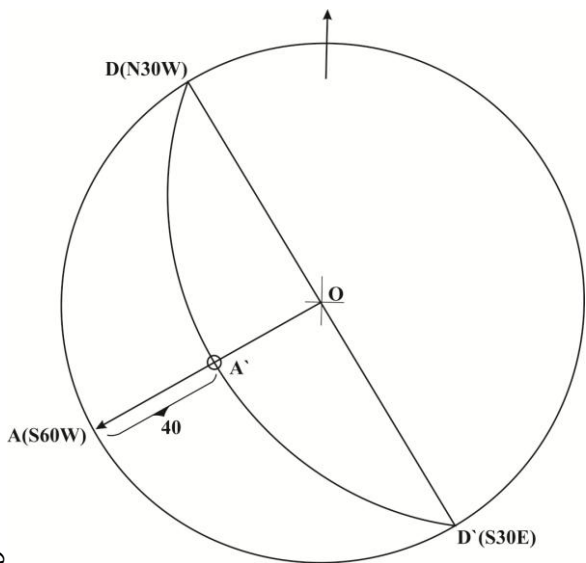
مثال ۲-۴- در یک ساخت در راستای $S60^{\circ}W$ شیب 40° درجه دارد مقدار شیب ظاهری را در راستاهای $N80^{\circ}W$ و $S20^{\circ}E$ بدست آورید. روش کار: ابتدا صفحه ای با شیب 40° درجه در راستای $S60^{\circ}W$ را رسم کنید. در موقعیت صفر خطوط OB , OC را با راستاهای $N80^{\circ}W$ و $S20^{\circ}E$ ترسیم نمایید (شکل ۱۰-۴). خطوط فوق، صفحه شیبی DAD' را در نقطه B , C قطع می کند. صفحه رسم شده را چرخانده و OB را بر شعاع غربی شبکه استریوگرافی منطبق نمایید و زاویه BB' را بخوانید (شکل ۱۱-۴ الف) به همین ترتیب OC را در امتداد خط شرقی قرار دهید و زاویه CC' را قرائت کنید (شکل ۱۱-۴ ب) مقدار شیب راستاهای $(BB')N80^{\circ}W$ و $(CC')S20^{\circ}E$ به ترتیب به قرار زیر خواهد بود: 32° , 8° در نهایت شبکه را به موقعیت صفر برگردانید (شکل ۱۱-۴ د)



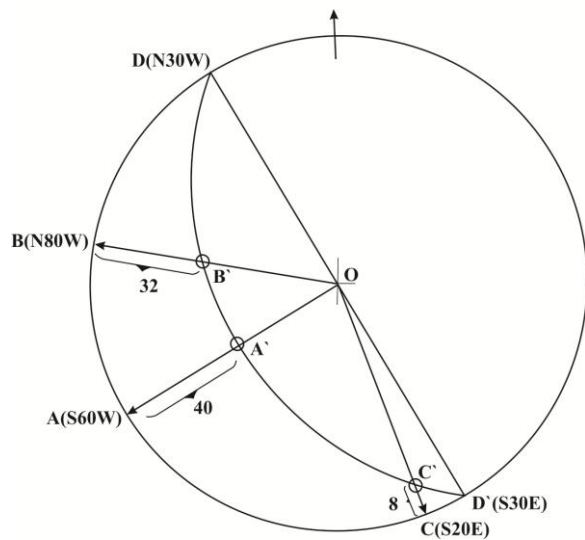
ب



الف



د



ج

شکل ۱۱-۴- مراحل روش کار برای مثال ۲-۴

الف- $OB'B$ را به طرف محیط دایره روی شعاع غربی قرار دهید، زاویه $OB'B$ 32° درجه بدست می آید.

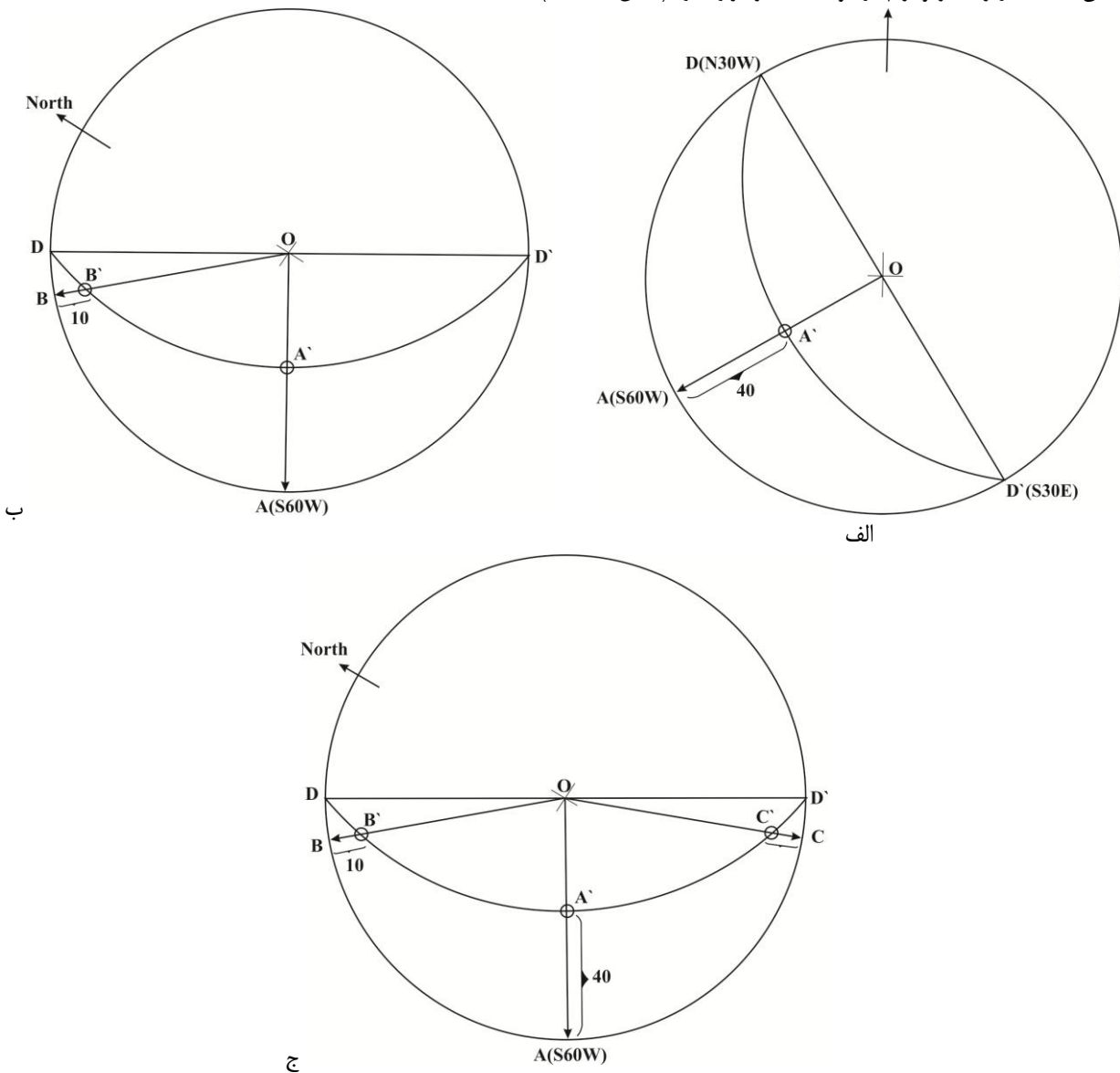
ب- $OC'C$ را روی شعاع شرقی قرار دهید و زاویه CC' را که برابر 8° درجه است، بدست آورید.

ج- مقدار شیب ظاهری در راستاهای $N80^{\circ}W$, $S20^{\circ}E$ در ساختی با شیب حقیقی 40° درجه در راستای $S60^{\circ}W$. (BB') , (CC') به ترتیب برابر 32° درجه و 8° درجه می باشد، لیکن این زوایا در شکل های الف و ب خوانده شده است. در این شکل صفحه در موقعیت صفر قرار گرفته است.

د- استریوگرام در موقعیت صفر قرار گرفته است.

روش بدست آوردن جهت شیب ظاهری با استفاده از مقدار دلخواه شیب

مثال ۴-۴- صفحه‌ای با شیب ۴۰ درجه و راستای $S60^{\circ}W$ موجود است، در چه جهاتی مقدار شیب ۱۰ درجه خواهد بود؟
 روش کار: نظیر روش ارائه شده در شکل ۸-۴، صفحه‌ای در راستای $S60^{\circ}W$ با شیب ۴۰ درجه رسم کنید. (شکل ۱۱-۴). کاغذ کالک را در جهت دلخواه بچرخانید و نقاط برخورد صفحه $(D\acute{A}D')$ را با شعاع غربی یا شرقی ملاحظه فرمایید. این عمل را آنقدر ادامه دهید تا شیب ۱۰ درجه خوانده شود. این طرز عمل در شکل ۱۲-۴ الف نشان داده شده است. سپس شعاع غربی را مشخص کنید (چون صفحه $D\acute{A}D'$ این شعاع را قطع کرده است) برای این کار خط $O\acute{B}B'$ را روی ورقه ترسیم رسم نمایید. این خط مشخص کننده جهتی است که مقدار شیب ۱۰ درجه $(B\acute{B}')$ بدست آمده است. باید توجه داشت که جهت واقعی را نباید در این موقعیت قرائت نمود، زیرا استریوگرام در وضعیت صفر قرار نگرفته است. به چرخاندن ورقه ترسیم ادامه دهید تا جایی که صفحه $D\acute{A}D'$ این بار شعاع شرقی را قطع نماید و مقدار شیب ۱۰ درجه را نشان دهد (شکل ۱۲-۴ ب)، این شعاع را نیز رسم کنید (زیرا در این شرایط صفحه $D\acute{A}D'$ با شعاع شرقی متقاطع می‌باشد) برای این کار خط $O\acute{C}C'$ را رسم نمایید. این خط نشان دهنده دومین جهتی است که شیب ۱۰ درجه را نشان می‌دهد $(C\acute{C}')$ البته این موقعیت جهت واقعی شیب را نشان نمیدهد، زیرا استریوگرام در موقعیت صفر قرار ندارد (شکل ۱۲-۴ ب).



شکل ۱۲-۴- مراحل روش کار برای مثال ۴-۴

الف- کاغذ کالک را بچرخانید تا جایی که صفحه $D\hat{A}\hat{D}$ شعاع غربی را در نقطه \hat{B} قطع کند، به طوری که $B\hat{B}$ برابر ۱۰ درجه باشد. $O\hat{B}\hat{B}$ در طول شعاع غربی شبکه است

ب- کاغذ کالک را بچرخانید تا سطح شیب دار $D\hat{A}\hat{D}$ شعاع شرقی را در نقطه \hat{C} قطع کند، به طوری که مقدار شیب ۱۰ درجه باشد. قابل ذکر است که $O\hat{C}\hat{C}$ شعاع شرقی شبکه است که در زیر کاغذ شفاف دیده می شود.

ج- $O\hat{C}\hat{C}$, $O\hat{B}\hat{B}$ دو جهت شیب ظاهری می باشد، به طوری که راستای آنها $S18^{\circ}E, N44^{\circ}W$ است. زوایای حامل در موقعیت صفر استریوگرام قرائت می شود.

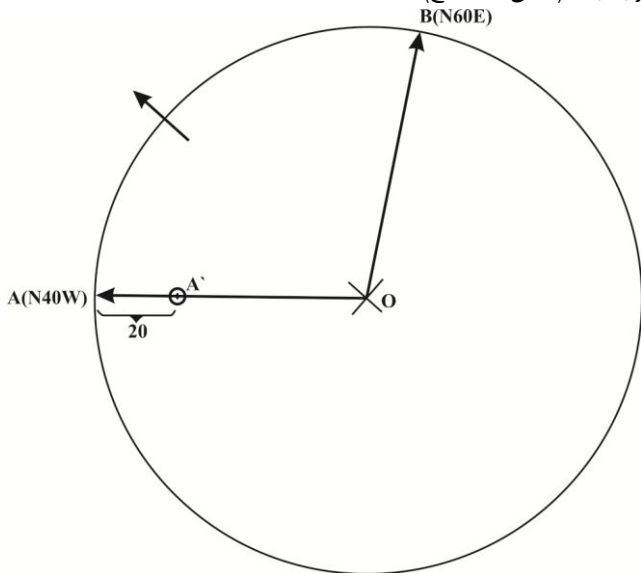
محاسبه شیب حقیقی

روشهای متعددی برای دسته بندی داده ها وجود دارد ، به عنوان مثال دوشیب ظاهری، یک شیب ظاهری و جهت شیب حقیقی، یک شیب ظاهری و جهت امتداد حقیقی و غیره. روش بدست آوردن مقدار شیب حقیقی و یا جهت آن در چهار وضعیت ارائه شده است.

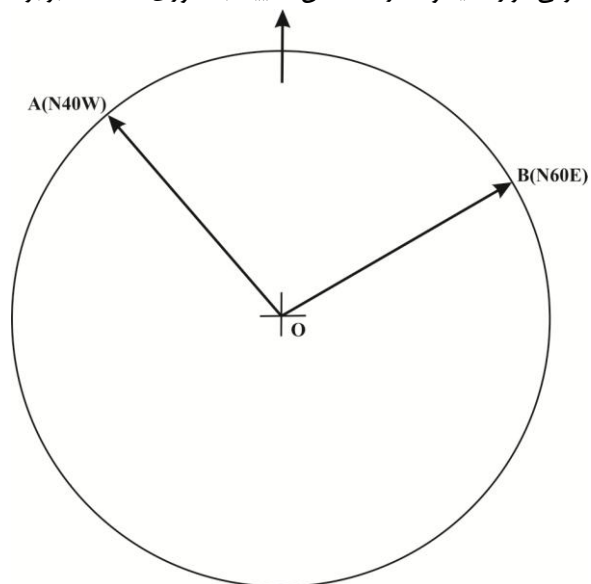
الف- محاسبه شیب حقیقی با استفاده از دو شیب ظاهری

مثال ۴-۴- ساختمانی دارای شیب ظاهری ۲۰ درجه در راستای $N40^{\circ}W$ و شیب ظاهری ۴۰ درجه در راستای $N60^{\circ}E$ می باشد، جهت و مقدار شیب حقیقی و جهت امتداد آن را بدست آورید.

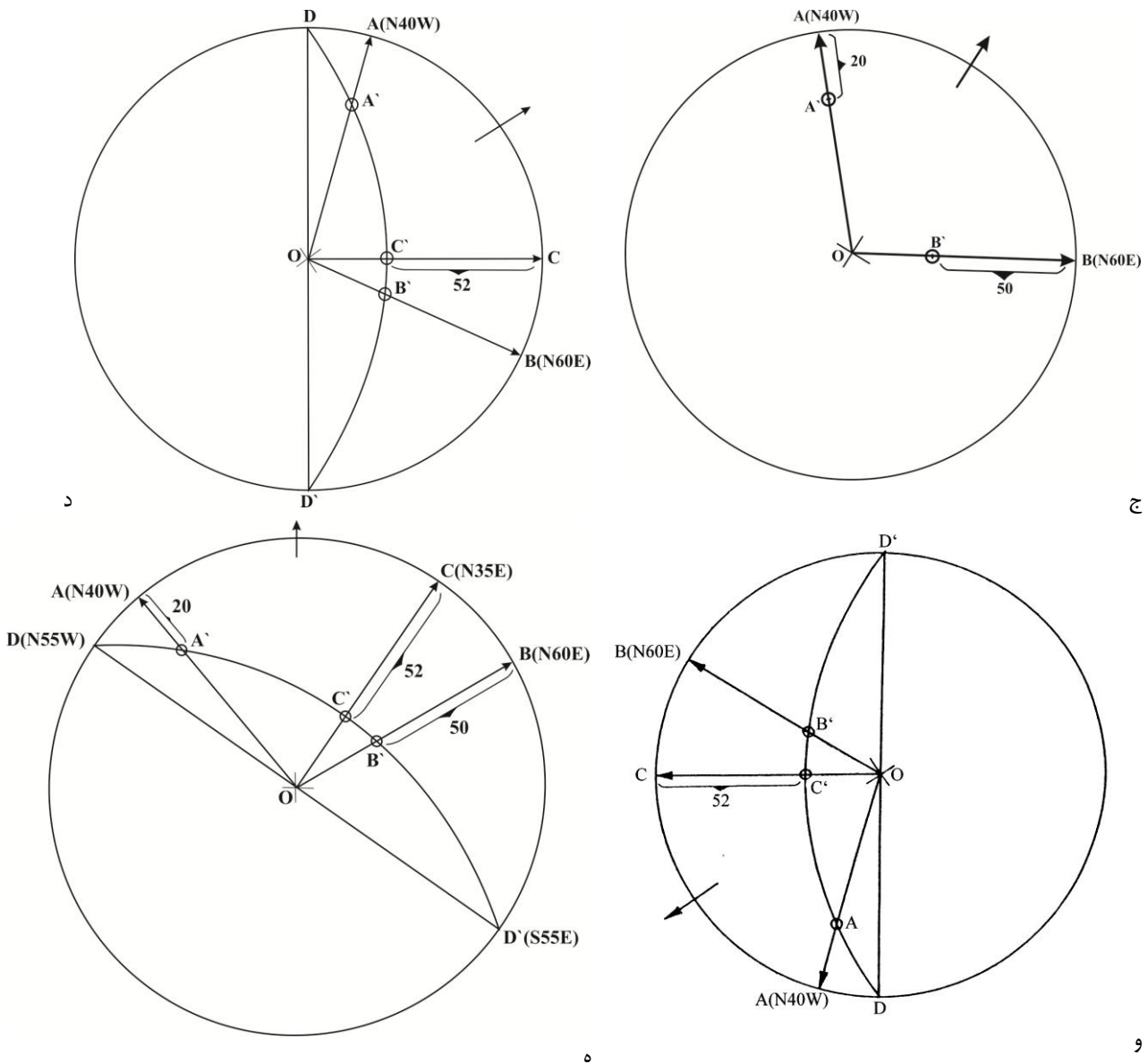
روش کار: روی دایره بزرگ استوایی، مرکز دایره و جهت شمال را روی صفحه کالک مشخص کنید. خطوط OA , OB مربوط به راستاهای $N60^{\circ}E, N40^{\circ}W$ را رسم نمایید. همانطور که در شکل ۴-۱۴ الف نشان داده شده است. ورقه کالک را بچرخانید تا OA در امتداد شعاع غربی دایره قرار گیرد و نقطه A' را مشخص کنید به این ترتیب $A\hat{A}'$ برابر ۲۰ درجه خواهد بود (شکل ۴-۱۴ ب) OB را نیز در امتداد شعاع شرقی قرار دهید و B' را مشخص نمایید، به طوری که $B\hat{B}'$ برابر ۴۰ درجه باشد (شکل ۴-۱۴ ج).



ب



الف



شکل ۱۴-۴- مراحل روش کار برای مثال ۴-۴

الف- رسم شیب ظاهری در راستاهای $(OB)N60^{\circ}E$, $(OA)N40^{\circ}W$

ب- رسم شیب ظاهری 20° در طول OA . مقدار شیب 20° درجه را نشان می‌دهد، که بعد از ایجاد OA در نتیجه انطباق با شعاع غربی ترسیم می‌شود.

ج- ترسیم مقدار شیب ظاهری 40° در طول OB . مقدار شیب و برابر 40° درجه است که پس از انطباق با شعاع شرقی و ایجاد خط OB بدست آمده است .

د- موقعیت کاغذ کالک هنگامی که نقاط A, B بر روی یک نصف النهار مشترک در قسمت غربی شبکه قرار گرفته است. $A'B'$ در قسمت شرقی شبکه قرار می‌گیرد. شعاع شرقی (خط OC) را که نصف النهار نقاط A, B را در نقطه C قطع می‌کند، مشخص نمایید. OC جهت شیب حقیقی است و مقدار آن تنها باید هنگامی قرائت شود که استریوگرام در موقعیت صفر قرار گرفته باشد (شکل و). زاویه CC' مقدار شیب حقیقی را برابر با 52° درجه نشان می‌دهد.

و- موقعیت کاغذ کالک هنگامی که نقاط A, B بر روی یک نصف النهار مشترک در قسمت غربی شبکه قرار گرفته است. $A'B'$ در قسمت غربی شبکه واقع شده است. شعاع غربی (خط OC) را که نصف النهار مشترک نقاط A, B را در نقطه C قطع می‌کند، مشخص نمایید. جهت شیب حقیقی خواهد بود و تنها باید هنگامی خوانده شود که استریوگرام در موقعیت صفر قرار گرفته باشد. (شکل ه) زاویه CC' مقدار شیب حقیقی را برابر 52° درجه نشان می‌دهد.

ه- موقعیت جهت شیب حقیقی و مقدار آن به توسط دو شیب ظاهری

$$OCC' = \text{جهت شیب حقیقی} = N44^{\circ}E$$

$$DOD' = \text{جهت امتداد حقیقی} = N44^{\circ}W - S44^{\circ}E$$

(محاسبه شده توسط شکل‌های د و و) $CC' = \text{مقدار شیب حقیقی} = 42^{\circ}$

اکنون ورقه کالک را بچرخانید تا نقاط A, B بر روی یک کمان از شبکه قرار گیرد، در این حالت ممکن است نقاط A, B در قسمت غربی و یا شرقی شبکه استریوگراف واقع شود (شکل‌های د و و) هنگامی که نقاط A, B بر روی کمان مشترکی قرار گرفت، کمان مزبور را تا قطب

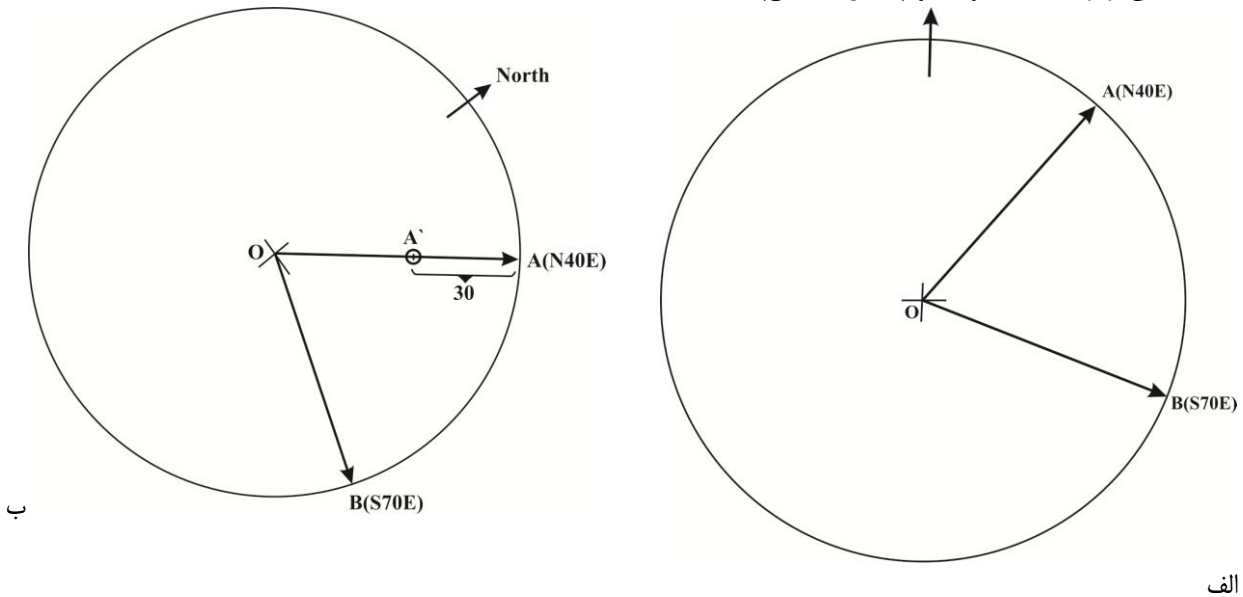
شمال و جنوب شبکه استریوگرافی رسم نمایید (شکل های د و و). حالا بدون جابجا کردن کاغذ رسم، شعاع شرقی را رسم کنید (چنانچه \hat{A} , \hat{B} در قسمت شرقی شبکه قرار گرفته است) (شکل ۱۴-۴ د) و چنانچه این نقاط در طرف غربی استریوگرام قرار داشته باشد، شعاع غربی را مشخص نمایید (شکل ۱۴-۴). همچنین خط شمالی - جنوبی را رسم کنید، به طوری که از مرکز دایره استریوگرام عبور نماید (خط DOD در شکل های د و) خطوط رسم شده در طول شعاع شرقی-غربی در شکل های د و و به نام $OC\hat{C}$ نام گذاری شده است.

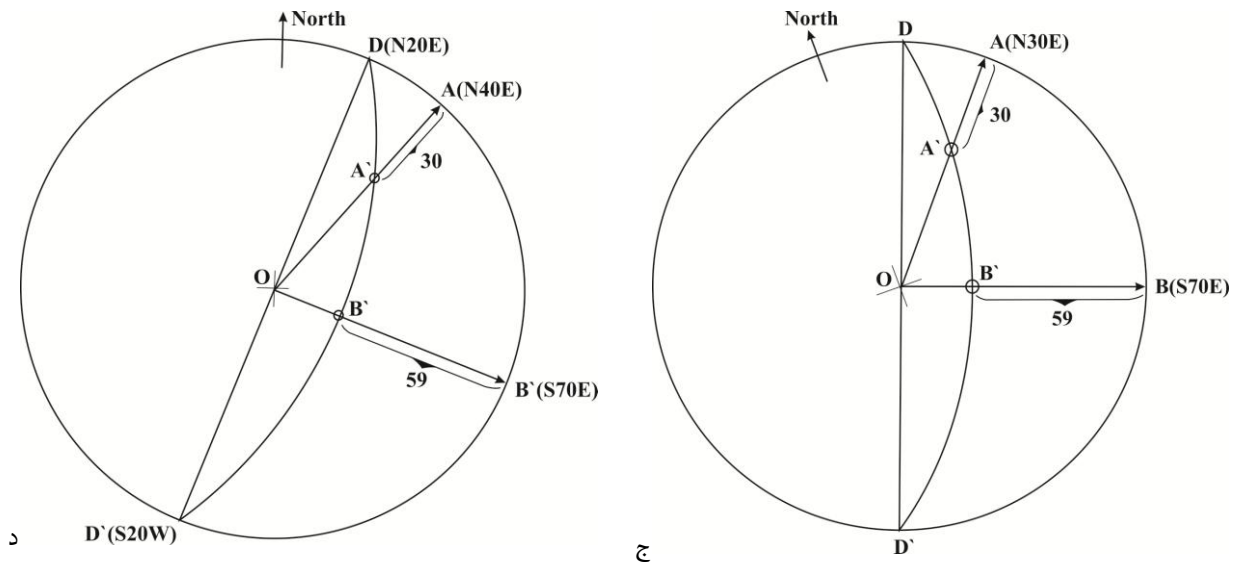
پس از رسم، کمان متصل کننده A , B (خط $DO\hat{D}$ و $OC\hat{C}$)، زاویه $CC\hat{C}$ اندازه گرفته می شود این زاویه مقدار شیب حقیقی را نشان می دهد که در این حالت برابر ۴۲ درجه است (شکل ۱۴-۴ و ۴-۱۴) در هر صورت در حالت اخیر مقدار شیب اندازه گیری می شود، جهت امتداد حقیقی (خط $DO\hat{D}$) و جهت شیب حقیقی ($OC\hat{C}$) نمی تواند معلوم گردد، زیرا شبکه در موقعیت صفر قرار ندارد، بنابراین صفحه را بچرخانید، تا به موقعیت صفر برسد و سپس امتداد $DO\hat{D}$ و $OC\hat{C}$ را که به ترتیب معرف جهت شیب و جهت امتداد حقیقی می باشد می خوانیم. در این حالت به ترتیب $N44^{\circ}E$, $S44^{\circ}E$ - $N44^{\circ}W$ بدست می آید. (شکل ۱۴-۴ ه)

ب- مشخص بودن یک شیب ظاهری و جهت شیب حقیقی

مثال ۵-۴: ساختاری دارای شیب ظاهری ۴۰ درجه در راستای $N40^{\circ}E$ است، اگر جهت شیب حقیقی $S70^{\circ}E$ باشد، مقدار شیب حقیقی و جهت امتداد حقیقی این سازه را مشخص کنید.

روش کار: خط OA در راستای $N40^{\circ}E$ و OB در راستای $S70^{\circ}E$ را رسم نمایید، همان گونه که در شکل ۱۴-۴ الف نشان داده شده است سپس صفحه ترسیم را بچرخانید تا خط OA بر شعاع شرقی منطبق شود و نقطه \hat{A} با زاویه ۴۰ درجه را مشخص نمایید (شکل ۱۴-۴ ب) کاغذ شفاف را بچرخانید و خط OB را بر شعاع شرقی منطبق کنید (محل انطباق می تواند باشعاع غربی نیز حاصل شود که در نتیجه نهایی، هیچ تاثیری به وجود نخواهد آورد). و اینک دایره بزرگی را که \hat{A} در روی آن افتاده است، بکشید (شکل ۱۴-۴ ج). محل برخورد کمان دایره بزرگ با خط OB ، در نقطه \hat{B} است. $B\hat{B}$ را که بیانگر مقدار شیب حقیقی است، اندازه بگیرید (۵۹ درجه در شکل ۴-۴-۴) حالا قطر $N-S$ را که نشان دهنده امتداد حقیقی خط است، رسم کنید، سپس صفحه ترسیم را به حالت صفر بازگردانید (شکل ۴-۴-۴). موقعیت خط های $OB\hat{B}$, $DO\hat{D}$ را که به ترتیب نشان دهنده جهت شیب و امتداد حقیقی است، قرائت کنید به این ترتیب جهت امتداد حقیقی $S20^{\circ}W$ - $N20^{\circ}E$ و مقدار شیب حقیقی برابر ۵۹ درجه خواهد بود (شکل ۱۴-۴ ج).





شکل ۴-۱۴- مراحل روش کار برای مثال ۴-۴

الف- ترسیم راستاهای $B(S70^{\circ}E)$, $A(N40^{\circ}E)$. تنها جهات بدون در نظر گرفتن مقدار شیب بایستی ترسیم شود.
 ب- چرخش OA و انطباق آن بر روی شعاع شرقی. در این موقعیت، مقدار شیب 40° درجه (فاصله AA') رسم می شود و نقطه A' بدست می آید.
 ج- در این حالت نصف النهار عبور کننده از A' کشیده شده است. این نصف النهار خط OB را در نقطه B' قطع می کند، مقدار BB' 59° درجه می باشد که نشان دهنده مقدار شیب حقیقی در طول خط $OB'B(S70^{\circ}E)$ می باشد.
 د- این حالت در موقعیت صفر استریوگرام می باشد. $DO'D'$ جهت امتداد ($S20^{\circ}W - N20^{\circ}E$) را بدست می دهد. مقدار شیب حقیقی در شکل ۴-۱۴ ج، 59° درجه قرائت شده است.

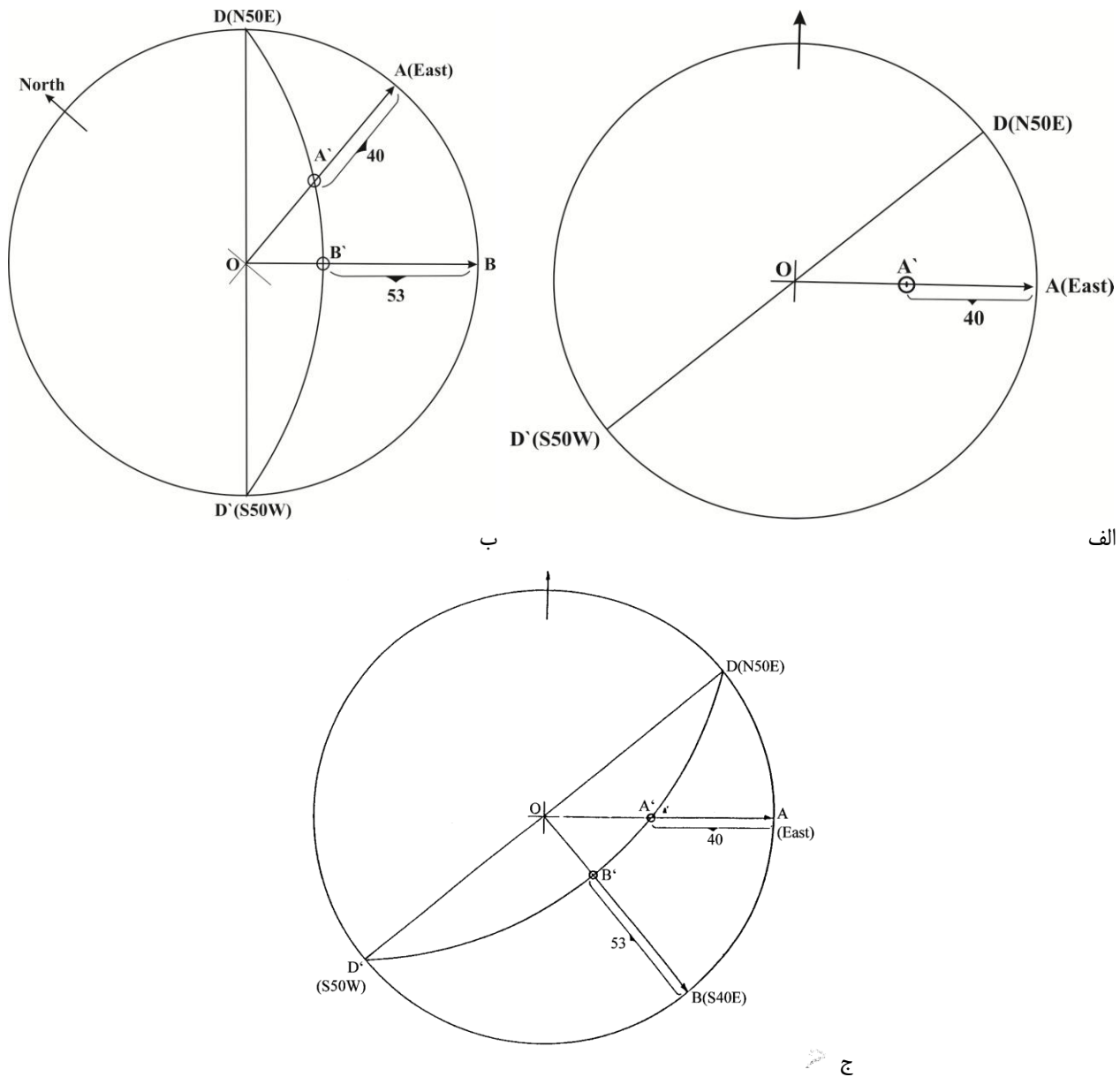
ج: مشخص بودن شیب ظاهری و جهت امتداد حقیقی

مثال ۴-۶- سازه ای با شیب ظاهری 40° درجه به طرف شرق وجود دارد. چنانچه جهت امتداد حقیقی این سازه $N40^{\circ}E - S40^{\circ}W$ باشد، مقدار و جهت شیب حقیقی را مشخص کنید.

روش کار: در مثال ۴-۵، جهت امتداد حقیقی بدون نیاز به ترسیم دقیق داده ها قابل بررسی بود. در مثال اخیر هر چند جهت امتداد حقیقی ساختار داده شده است، لیکن جهت دقیق شیب حقیقی را نمیتوان بدون ترسیم داده ها بدست آورد. در مثال ۴-۶ شیب ممکن است دارای راستاهای $N40^{\circ}W$ و یا $S40^{\circ}E$ باشد، جهت صحیح را تنها می توان با ترسیم جهت شیب ظاهری داده شده بدست آورد.

خط OA را در جهت شرق طوری رسم کنید که AA' برابر زاویه 40° درجه باشد (شکل ۱۵-۴ الف) سپس جهت امتداد حقیقی ($N40^{\circ}E - S40^{\circ}W$) را رسم نمایید (خط $DO'D'$ در شکل ۱۵-۴ الف). مقدار شیب ظاهری 40° درجه در موقعیت صفر استریوگرام قابل ترسیم است، زیرا جهت شیب ظاهری منطبق بر شعاع شرقی شبکه شده است. صفحه ترسیم را بچرخانید به طوری که خط $DO'D'$ بر قطر $N-S$ شبکه منطبق شود (خط OB در شکل ۱۵-۴ ب) و نصف النهاری را که نقطه A' در آن قرار گرفته است، رسم کنید و محل برخورد نصف النهار را با شعاع شرقی، B' بنامید. مقدار BB' را که نمایش دهنده مقدار شیب حقیقی است، اندازه بگیرید (54° درجه در شکل ۱۵-۴ ب).

صفحه ترسیم را به موقعیت صفر باز گردانید و جهت شیب حقیقی را از روی آن به خوانید که $S40^{\circ}E$ است. (خط $OB'B$ در شکل ۱۵-۴ ج) همان گونه که از شکل ۴-۴-۴ مشخص است، نمی توان خط OAA' را تنها در بخش شرقی شبکه رسم نمود و موقعیت OAA' را میتوان در بخش غربی شبکه نیز ترسیم کرد. این امر تأثیری در نتیجه نهایی مقدار و جهت شیب حقیقی ندارد. مقدار شیب حقیقی در این حالت 44° درجه و جهت شیب $S40^{\circ}E$ است.



ج

شکل ۱۵-۴-مراحل روش کار برای مثال ۴-۶

الف-رسم OA (شرق) و جهت امتداد $(N40^{\circ}E - S40^{\circ}W)$

این مثال در موقعیت صفر استریوگرام انجام گرفته است. جهت امتداد حقیقی $(N40^{\circ}E - S40^{\circ}W)$ می باشد و OA جهت امتداد شیب ظاهری است (در شرق). مقدار شیب ظاهری 40° درجه ترسیم شده است و نقطه A' بدست آمده است.

ب- خط DOD' را بچرخانید تا بر قطر شمال، جنوب شبکه منطبق شود (مثال ۴-۶). در این حالت، یک کمان از دایره بزرگ که از بین نقطه A' عبور کرده، کشیده شده است. شعاع شرقی نیز ترسیم گردیده است و به صورت OB نمایان است که کمان دایره بزرگ را در B' قطع می کند. اندازه BB' مقدار شیب حقیقی را در طول OB بدست می دهد اما جهت این شیب را تنها پس از چرخاندن کاغذ ترسیم شده به موقعیت صفر می توان خواند.

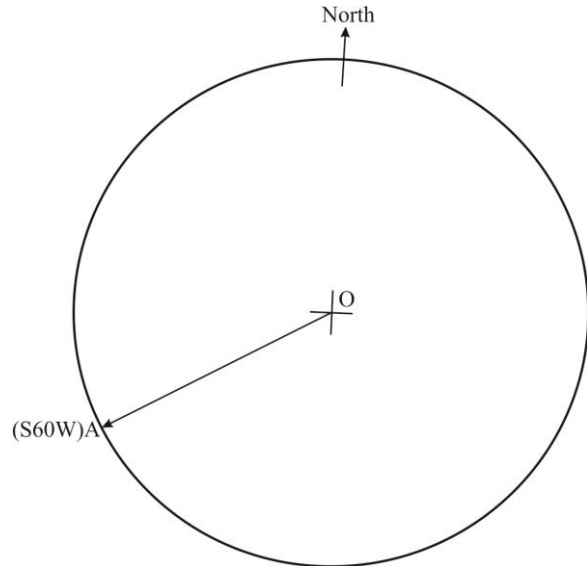
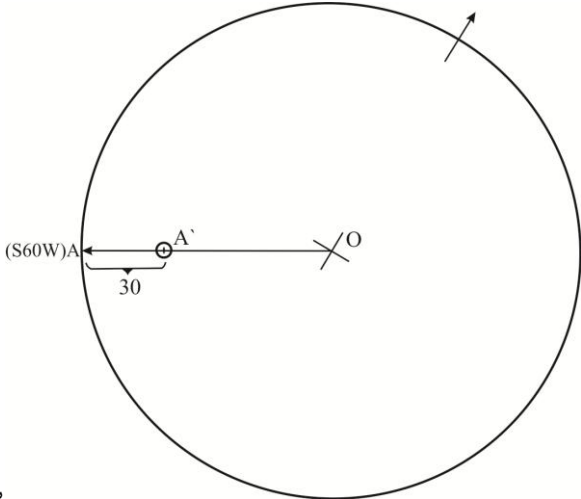
ج- موقعیت $OB'B$ را زمانی که صفحه ترسیم شده به وضعیت صفر آورده می شود، بخوانید. در این حالت، راستای $S40^{\circ}E$ مشخص می گردد. مقدار شیب حقیقی در طول $OB'B$ در شکل ۴-۶ خوانده می شود.

د: یک شیب ظاهری و مقدار شیب حقیقی

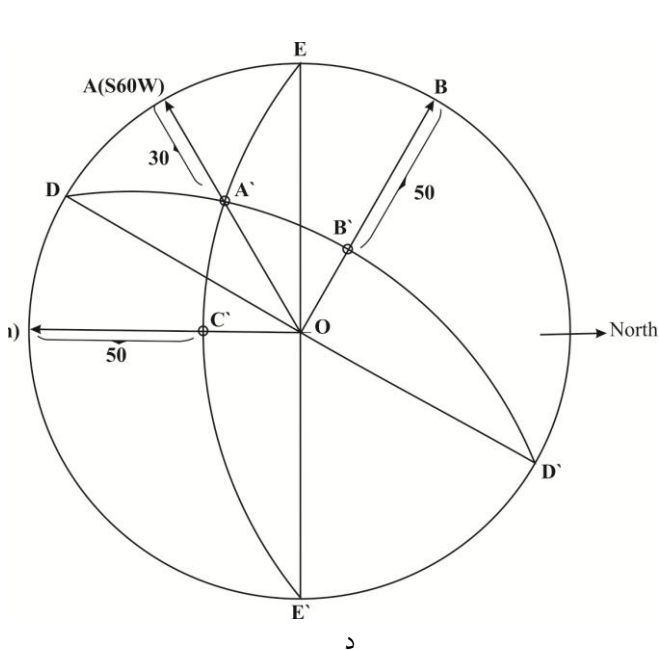
مثال ۴-۷- شیب ظاهری سازندی در راستای $S60^{\circ}W$ ، 40° درجه است، اگر مقدار شیب حقیقی 40° درجه باشد، جهت شیب حقیقی را بدست آورید.

روش کار: خط OA را در راستای $S60^{\circ}W$ ترسیم کنید و در 40° درجه روی آن نقطه A' را علامت بزنید (شکل های ۴-۱۶ الف و ب) صفحه ترسیم شده را آنقدر بچرخانید تا دایره بزرگ در بر دارنده نقطه A' ، شیب 40° درجه داشته باشد. (شکل ۴-۱۶) این کمان را تا نقاط D, D'

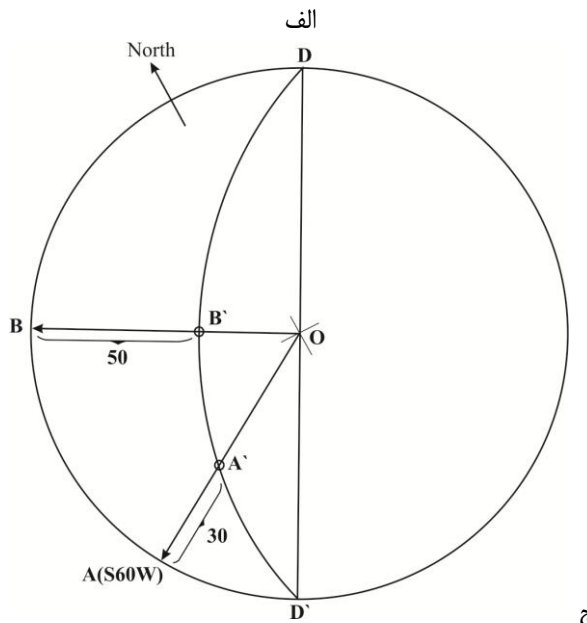
ترسیم اثر شعاعی که جهت شیب حقیقی را نشان می دهد (خط OB در شکل ۱۶-۴ ج) یکی از امتدادهای شیب حقیقی می باشد. خط OB کمان دایره بزرگ را در نقطه B قطع می کند. موقعیت دیگری از نقطه A وجود دارد و آن هنگامی است که این نقطه دوباره بر روی کمان دایره بزرگ که به مقدار 50° درجه ارزش دارد، قرار گیرد. پس صفحه ترسیم شده را دوباره بچرخانید و دومین موقعیت را همانطور که در شکل ۱۶-۴ د نشان داده شده است، بدست آورید. کمان دایره بزرگ را تا نقطه E و E' و نیز شعاع OC را رسم کنید. (شکل ۱۶-۴د). آنگاه نقطه C بدست می آید. خط دومین امتداد شیب حقیقی می باشد. صفحه ترسیم شده را به موقعیت صفر بچرخانید و جهات $O\hat{C}C, O\hat{B}B$ و $EO\hat{E}, DO\hat{D}$ را که جهت شیب و امتداد حقیقی را نشان می دهد، بدست آورید. (شکل ۱۶-۴و). جهت های شیب حقیقی که حاصل می شود، $N60^\circ W$ و جنوب می باشد. راستاهای مقابل به ترتیب $S40^\circ W - N40^\circ E$ و غربی- شرقی است.



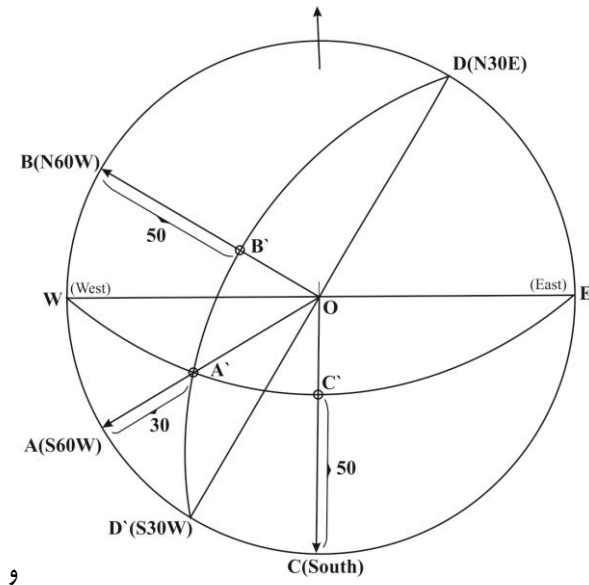
ب



د



ج



9

شکل ۱۶-۴- مراحل روش کار برای مثال ۷-۴

الف- شیب ظاهری در راستای $S40^{\circ}W$ را رسم کنید. خط OA راستای $S60^{\circ}W$ در موقعیت صفر استریوگرام رسم شده است.

ب- خط OA را بچرخانید تا با شعاع غربی منطبق شود. خط OA باید با شعاع غربی و نقطه A که روی آن قرار دارد، منطبق شود، به طوری که ارزش AA به مقدار ۴۰ درجه باشد و این میزان شیب ظاهری در طول OA است ($S60^{\circ}W$).

ج- OAA را بچرخانید و A را بر روی کمان ۵۰ درجه از دایره بزرگ قرار دهید. صفحه ترسیم شده را بچرخانید تا نقطه A که معلوم است بر روی کمان ۵۰ درجه از دایره بزرگ قرار گیرد. شعاع غربی نیز ترسیم و به صورت OB نشان داده شده است. کمان، خط OB را در نقطه B قطع می کند. BB به مقدار ۵۰ درجه بدست می آید و OBB یکی از جهت های شیب حقیقی می باشد. خود این جهت در موقعیت صفر از تصویر استریوگرام خوانده می شود. قطر DOD را که جهت امتداد حقیقی است، ترسیم کنید. بنابراین عمل نگهداری و حفظ این دو تصویر، به منظور تقاطع راستا و میل خط تقاطع دو سطح شیب دار در پاراگراف های زیر توضیح داده شده است.

د- OAA را دوباره بچرخانید و A را مجدداً بر روی کمان ۵۰ درجه قرار دهید. نقطه A می تواند دوباره بر روی کمان دایره بزرگ ۵۰ قرار می گیرد، اما با آنچه در شکل ۱۶-۴ ج بدست آمده است، فرق دارد. این کمان جدید از دایره بزرگ، از میان نقطه A و شعاع غربی، رسم شده است و به صورت OC نمایش داده می شود. خط OC کمان دایره بزرگ را در نقطه C قطع می کند و مشخص می کند که CC به اندازه ۵۰ درجه می باشد. OC یک امتداد دیگر از جهت شیب حقیقی است، اما خود این جهت تنها در موقعیت صفر از تصویر استریوگرام بدست می آید. قطر EOE را که جهت امتداد حقیقی می باشد، رسم کنید.

و- تعیین جهت شیب حقیقی با استفاده از یک شیب ظاهری و مقدار شیب حقیقی

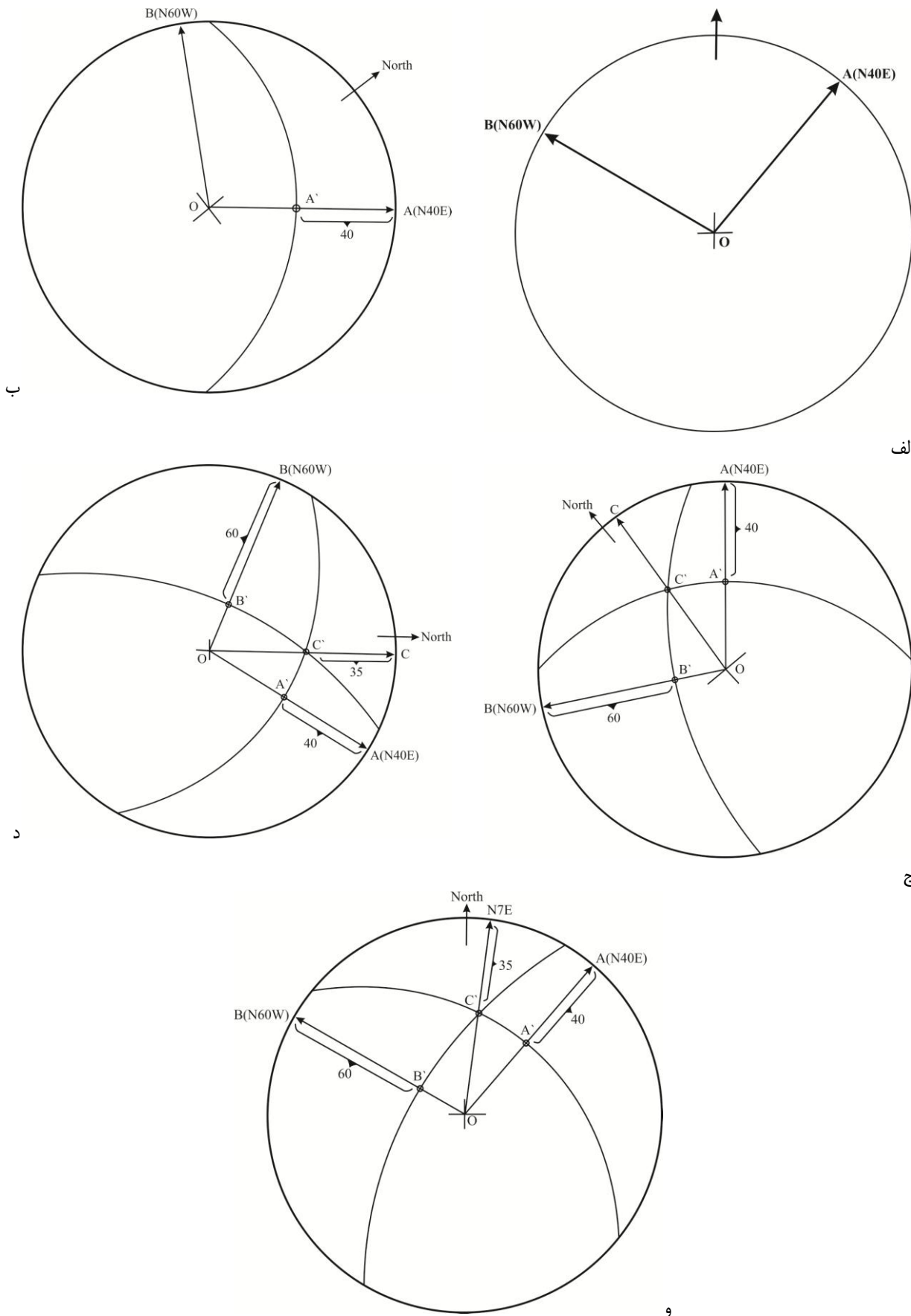
تصویر استریوگرام در موقعیت صفر قرار داده می شود و امتداد شبیه های حقیقی (OCC, OBB) و امتداد جهات حقیقی (EOE, DOD) دست می آید. مشخص می شود که $OBB, OCC, N60^{\circ}W$ و جنوبی می باشد. معلوم می گردد که EOE, DOD به ترتیب $N40^{\circ}E - S40^{\circ}W$ و شرقی - غربی است. همچنین توجه کنید که اگر تنها مقدار شیب حقیقی داده شده باشد، نتیجتاً دو جهت برای شیب حقیقی وجود دارد.

راستا و میل خط تقاطع دو صفحه

وقتی صفحات یکدیگر را قطع می کنند، این حالت باعث ایجاد یک خط تماس می شود، چنین خطی مختصات مربوط به خود را دارد. زاویه شیب یک خط «میل» آن خط نامیده می شود. روند خط تقاطع «راستا» نام دارد. بنابراین دو دامنه از یک چین که در یک خط با هم برخورد می کنند، به صورت محور چین، معرفی می شود. این محور دارای روند و زاویه شیب می باشد. در مواقع زیادی، تقاطع توده های زمین شناسی، یک منطقه فعال کانی سازی را از کانیهای اقتصادی ایجاد می کند. وضعیت چنین منطقه ای به منظور استخراج بعدی از آن باید معین شود.

مثال ۸-۴- یک سازند ماسه سنگی در راستای $N40^{\circ}E$ و شیب ۴۰ درجه توسط یک گسل شیبی با جهت امتداد $N40^{\circ}W$ و شیب ۴۰ درجه قطع می شود. خط تقاطع این دو سطح یک منطقه کانی سازی سولفیدی را نشان می دهد. راستا و میل خط تقاطع ماسه سنگ و گسل را تعیین کنید.

روش کار: خطوط OA, OB را به ترتیب در راستاهای $N40^{\circ}E$ و $N60^{\circ}W$ رسم کنید (شکل ۱۷-۴ الف). OA را با شعاع شرقی منطبق کنید و بدین ترتیب نقطه A را بدست آورید، به طوری که AA مساوی ۴۰ درجه باشد اکنون کمان دایره بزرگ را از بین نقطه A رسم کنید، همان طوری که در شکل ۱۷-۴ ب نشان داده شده است.



شکل ۱۷-۴، راستاهای $OB(N60^{\circ}W)$, $OA(N40^{\circ}E)$ را رسم نمایید. OB , OA در موقعیت صفر استریوگرام رسم شده است.

ب- OA را به چرخانید تا با شعاع شرقی منطبق شود. OA باید با شعاع شرقی و نقطه A' که روی آن قرار دارد، منطبق شود. به طوری که اندازه AA' ۴۰ درجه باشد. کمان

دایره بزرگ را از میان نقطه A رسم نمایید. این کمان نماینده صفحه گسل است به همین ترتیب خط OB را ادامه دهید تا با شعاع غربی منطبق شود. روی این خط زاویه 60° درجه ای را جدا کنید و نقطه B را بدست آورید. کمان دایره بزرگ را از بین نقطه B رسم کنید، همان طوری که در شکل ۱۷-۴ الف نشان داده شده است، دو کمان از دایره بزرگ در نقطه C یکدیگر را قطع می کنند. از O به C وصل نمایید و آن را تا C ادامه دهید. خط OC خط برخورد ماسه سنگ و صفحه گسل می باشد. صفحه ترسیم شده را بچرخانید تا در موقعیت صفر قرار گیرد و راستای خط OC را که $N7^\circ E$ است، به خوانید (شکل ۱۷-۴).
 ج- خط OB را بچرخانید تا با شعاع غربی منطبق شود. OB باید با شعاع غربی و نقطه B که روی آن قرار دارد، منطبق گردد. به طوری که مقدار BB 60° درجه باشد، کمان دایره بزرگ را از B ترسیم کنید. این کمان نماینده سطح شیب دار برای ماسه سنگ می باشد. کمانهای دایره بزرگ که از A, B رسم می شود، در نقطه C با هم برخورد کرد. OC را به هم وصل کنید و آن را تا C ادامه دهید. OC خط برخورد گسل و ماسه سنگ می باشد. فاصله زاویه OC نماینده میل خط OC است.

د- OC را بچرخانید تا با شعاع شرقی منطبق شود. کاغذ شفاف می چرخد و OC با شعاع شرقی منطبق می گردد در این حالت، فاصله CC به مقدار 45° درجه بدست می آید. این اندازه میل خط تقاطع گسل و سطح شیب دار ماسه سنگ می باشد.
 و- زاویه حامل و میل خط تقاطع صفحه گسل و ماسه سنگ را بدست آورید.
 استریوگرام در موقعیت صفر قرار داده می شود و جهت OC قرائت می گردد. مشخص می شود که جهت $N7^\circ E$ همان راستا است. میل خط OC نیز خوانده می شود که در شکل ۱۷-۴ ج مقدار آن 45° درجه می باشد.

زاویه بین دو خط

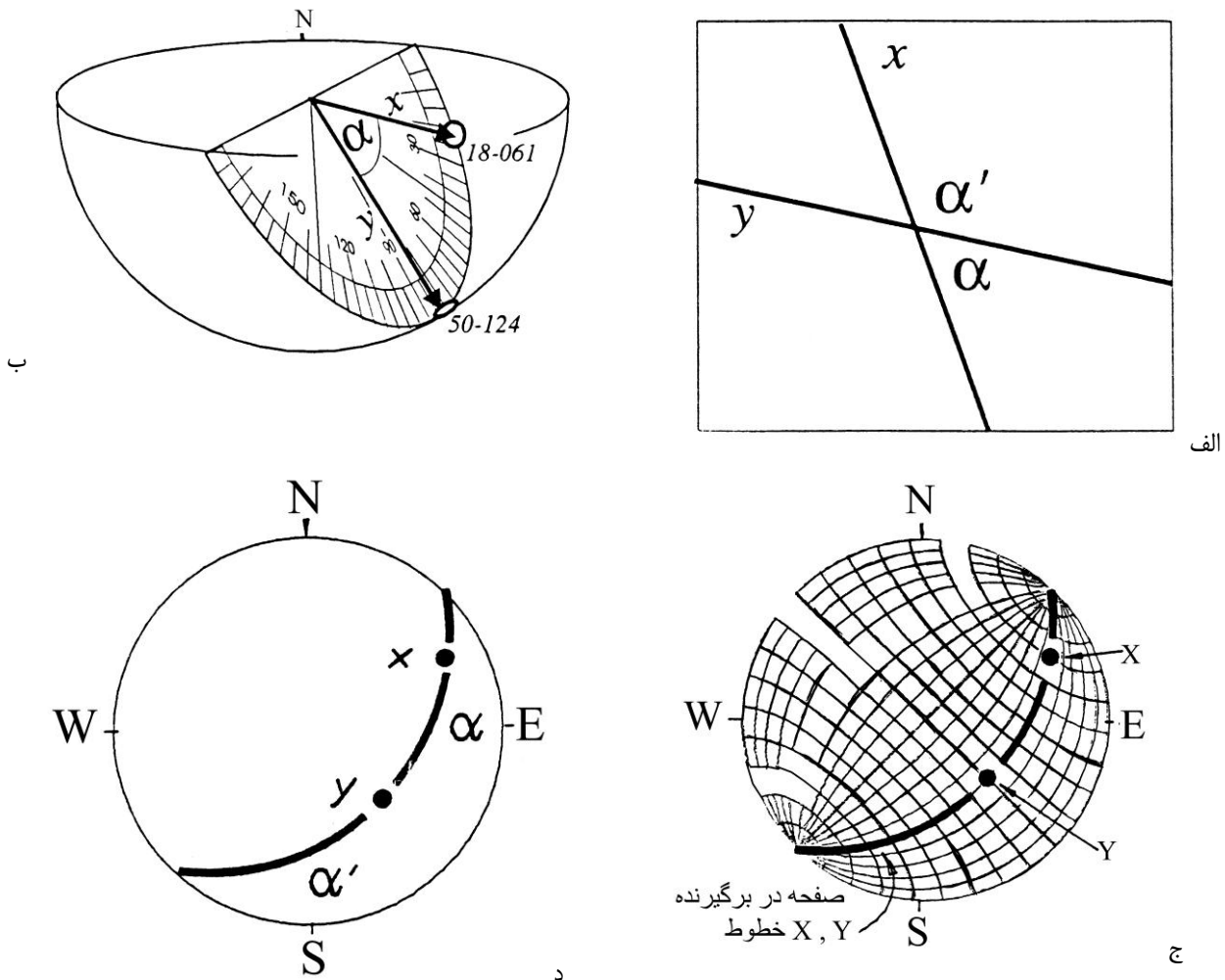
زاویه بین دو خط واقع بر صفحه را با استفاده از یک نقاله می توان اندازه گیری کرد (شکل ۱۸-۴ الف). زوایا را به دو صورت α و α' می توان بیان کرد بطوری که مجموع آنها 180° درجه شود. در مختصات سه بعدی نیز زاویه بین دو خط به همین طریق تعیین می گردد. این زوایا را بوسیله نقاله ای اندازه می گیرند که به موازات صفحه در برگیرنده دو خط نگه داشته می شود. (شکل ۱۸-۴ ب). به عبارت دیگر زاویه بین دو خط را در صفحه ای اندازه گیری می کنند که آن دو خط را در بر گیرد.

شکل ۱۸-۴ ب تصویری از دو خط X, Y را نشان می دهد. خط X دارای میل 18° درجه در راستای 061° درجه و خط Y دارای میل 50° درجه در راستای 124° درجه است. زاویه بین آنها را از طریق استریوگرافی به روش زیر می توان به دست آورد.

۱- دو خط X, Y را به طریقی که در صفحات ۲۹ تا ۴۴ توضیح داده شد، رسم کنید. (شکل ۱۸-۴ ج).

۲- دایره بزرگی بیابید که از این دو خط ترسیم شده بگذرد (شکل ۱۸-۴ ج). برای انجام این مرحله شبکه را نسبت به کاغذ شفاف بچرخانید تا هنگامی که نقاط نشان دهنده خطوط ترسیم شده بر روی یک دایره بزرگ قرار گیرند. این دایره بزرگ مشخص کننده صفحه ای است که دو خط X, Y را در بر می گیرد (نقاله در شکل ۱۸-۴ ب).

۴- در طول دایره بزرگ ترسیم شده در مرحله ۲ (شکل ۱۸-۴ د) زاویه بین خطوط X, Y را اندازه گیری کنید (α یا α' هر کدام که مورد نیاز است). در مثال حاضر زاویه $\alpha = 60^\circ, \alpha' = 120^\circ$ است.



شکل ۱۸-۴- الف- زاویه‌های بین دو خط X, Y که در یک صفحه واقع شده‌اند. ب- اندازه‌گیری زوایای بین دو خط X, Y واقع در یک صفحه در نیمکره پائینی. ج- روش انطباق دایره بزرگ منطبق بر خطوط X, Y . د- نحوه اندازه‌گیری زوایای بین خطوط X, Y بر روی استریوگرام نهایی.

زاویه بین دو صفحه

این روش ترسیم موارد استفاده فراوانی دارد. برای مثال محاسبه زوایای بین یالهای یک چین و زاویه ناپیوستگی بین توالی لایه‌ها را میسر می‌سازد. اگر مفهوم واقعی زاویه بین دو صفحه را دریابیم، استفاده از تصویر استریوگرافی بسیار آسان می‌شود. شکل ۱۹-۴ به درک موضوع فوق کمک میکند، همانگونه که در شکل مربوط ملاحظه می‌کنید، در اثر تقاطع صفحات B, A ، خط تقاطع L ایجاد می‌شود. زاویه ظاهری بین جفت خط B, A بستگی به مقطعی دارد که این زاویه را بررسی می‌کنیم. برای مثال زاویه α در شکل ۱۹-۴ الف بر روی سطح مقطع C (صفحه عمود بر خط تقاطع دو صفحه) از زاویه β که بر روی سطح مایل، مشاهده می‌شود، متفاوت است (شکل ۱۹-۴ ج). در واقع α زاویه حقیقی یا زاویه دو وجهی^۱ بین دو صفحه B, A است، زیرا زاویه دو وجهی بین یک جفت صفحه معمولاً در صفحه‌ای که عمود بر خط تقاطع دو صفحه است، اندازه‌گیری می‌شود.

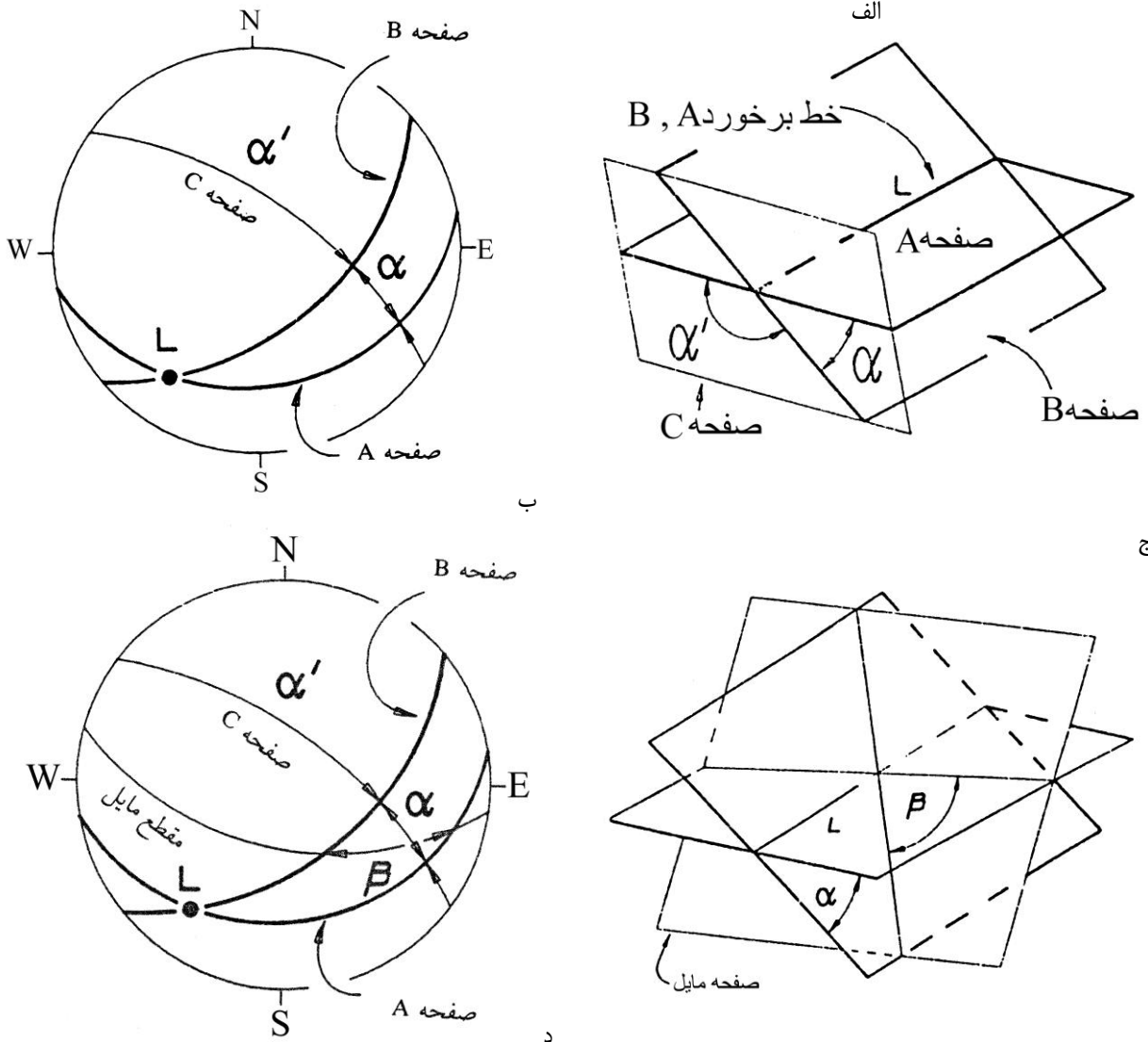
تعیین زاویه دو وجهی بین دو صفحه به طریق استریوگرافی

الف- روش استفاده از دایره‌های بزرگ

روش کار:

- ۱- دایره بزرگ هر دو صفحه را ترسیم کنید (صفحه B, A که در شکل ۱۷ b نشان داده شده است)
- ۲- خط تقاطع این دو صفحه (خط L) مستقیماً بوسیله تقاطع دایره بزرگ آنها بدست می‌آید.
- ۴- صفحه C را که نسبت به خط تقاطع L عمود است بر روی استریوگرام رسم کنید، در واقع نقطه L قطب صفحه C می‌باشد.

۴-زاویه دو وجهی α در صفحه C بین اثرهای (خطوط تقاطع روی صفحه C) صفحات B, A اندازه گیری می شود. دقت کنید که در مرحله ۴ دو زاویه را می توان اندازه گیری کرد. در شکل های ۱۹-۴ الف و ب این زوایای دو وجهی با α و α' که زوایای دو وجهی حاده و منفرجه بین دو صفحه اند، مشخص شده است. مجموع این دو زاویه ۱۸۰ درجه است. اگر زاویه بین صفحات B, A بر روی صفحه ای غیر از صفحه C اندازه گیری شود، این زاویه از زاویه دو وجهی α متفاوت خواهد بود، برای مثال در شکل های ۱۹-۴ ج و د زاویه β بر روی سطح مقطع مایل اندازه گیری شده است.

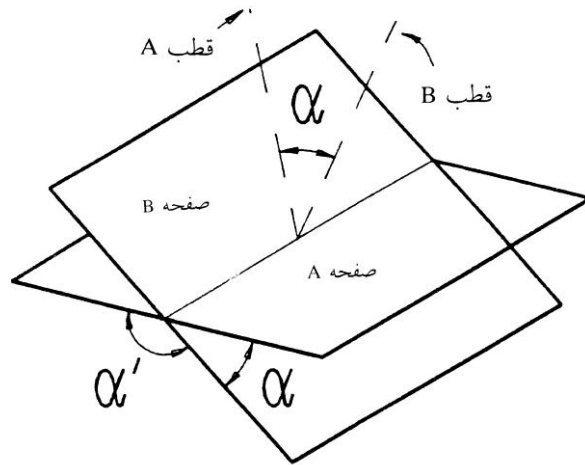
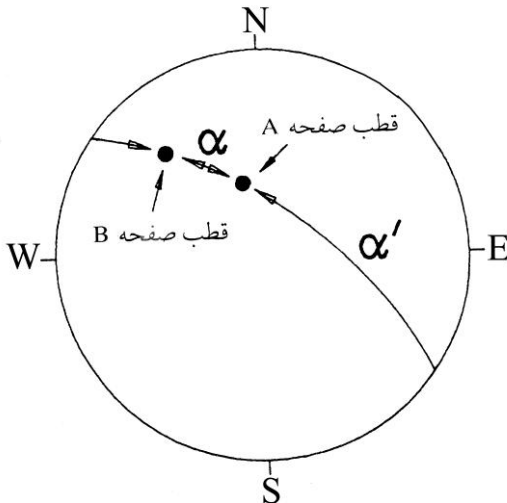


شکل ۱۹-۴ الف- زاویه های مکمل α و α' بر روی سطح مقطع عمود بر خط تقاطع (L) صفحات B, A. ب- استریوگرام زاویه های دو وجهی α و α' بر روی سطح مقطع عمود بر خط تقاطع L. ج- زاویه های α و β بر روی سطح مقطع مایل نسبت به خط تقاطع (L) صفحات B, A. د- استریوگرام زاویه های α و β بر روی سطح مقطع مایل نسبت به خط تقاطع L.

ب- روش استفاده از قطب صفحات

این روش بیان کننده این واقعیت است که زویه دو وجهی بین دو صفحه با زاویه بین عمودهای این دو صفحه برابر است (شکل ۲۰-۴ الف) روش کار:

- ۱- قطب های صفحات B, A را رسم کنید (شکل ۲۰-۴ ب).
- ۲- زاویه بین قطب ها را با ، اندازه گیری کنید. به عبارت دیگر این زوایا در طول دایره بزرگ که در برگیرنده دو قطب است اندازه گیری می شود. زوایای α, α' در شکل ۱۹-۴ ه زاویای دو وجهی حاده و منفرجه بین دو صفحه مزبور هستند.



الف

ب

شکل ۲۰-۴-الف- نمایش برابری زاویه های دو وجهی بین دو صفحه A, B با زاویه های بین قطب آنها . ب- استریوگرام زاویه های دو وجهی α , α' بر روی دایره های بزرگی که از قطب صفحات A, B می گذرد.

تعیین صفحه نیمساز زاویه بین دو صفحه

در شکل ۲۱-۴ الف صفحه ای را که زاویه بین دو صفحه دیگر را (Q,P) نیمساز کرده ملاحظه می کنید. این شکل موارد زیر را نشان می دهد.

۱- این دو صفحه یکدیگر را در طول خط L قطع می کنند.
 ۲- خط C واقع در صفحه N به خط تقاطع L عمود است. خط C زاویه α بین اثر صفحات Q,P را بر روی صفحه N (که با b,a مشخص شده اند) نیمساز می کند.

شکل ۲۱-۴-الف- روش استفاده از دایره های بزرگ

روش کار:

۱- دایره بزرگ دو صفحه Q,P شکل a ۱۸ را رسم کنید (شکل ۲۱-۴ ب). نقطه تقاطع این دایره بزرگ، خط تقاطع (خط L) دو صفحه را مشخص می کند .

۲- دایره بزرگ صفحه N را ترسیم کنید، صفحه ای که عمود بر خط L می باشد. (شکل ۲۱-۴ ب).

۳- بر روی دایره بزرگ صفحه n محل b,a را که محل تقاطع صفحات Q,P است معین نمایید.

۴- زاویه حاده (α) بین b,a و محل C و d نقاط میانی بین این دو نقطه تقاطع را تعیین کنید. (شکل ۲۱-۴ ب).

۵- دایره بزرگی ترسیم کنید که از نقاط C,L بگذرد، این دایره بزرگ صفحه ای است که زاویه حاده بین دو صفحه Q, P را نیمساز می کند و به صفحه نیمساز کننده حاده^۱ معروف است.

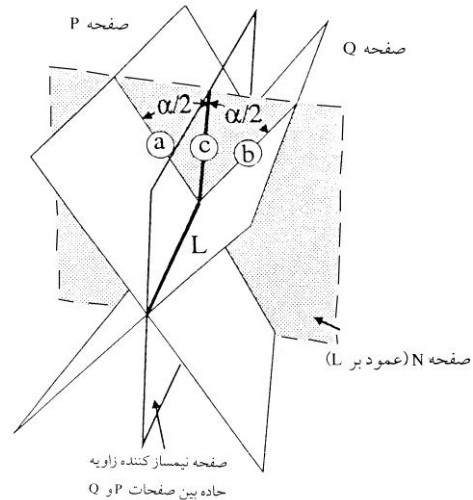
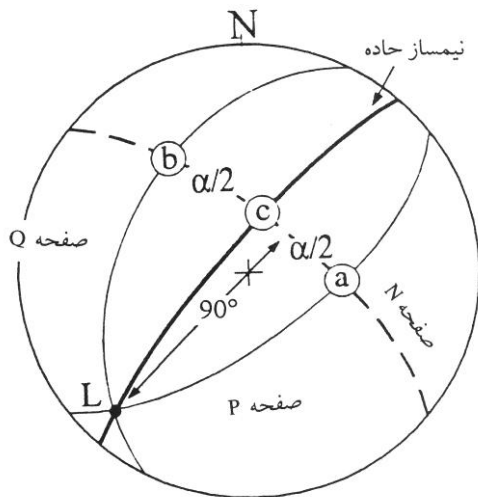
شکل ۲۱-۴ ب-

۶- دایره بزرگی ترسیم کنید که از نقاط d, L می گذرد. این دایره بزرگ صفحه ای است که زاویه منفرجه بین دو صفحه Q, P را نیمساز می کند و صفحه نیمساز کننده منفرجه^۲ نامیده می شود.

صفحات نیمساز کننده دو زاویه حاده و منفرجه که در مرحله ۵ و ۶ ترسیم گردیدند، دو به دو بر هم عمود هستند.

۱- Acute Bisector

۲- Obtuse Bisector



الف

ب

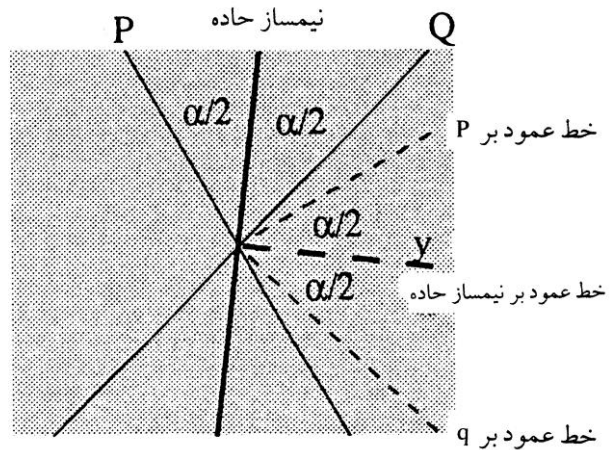
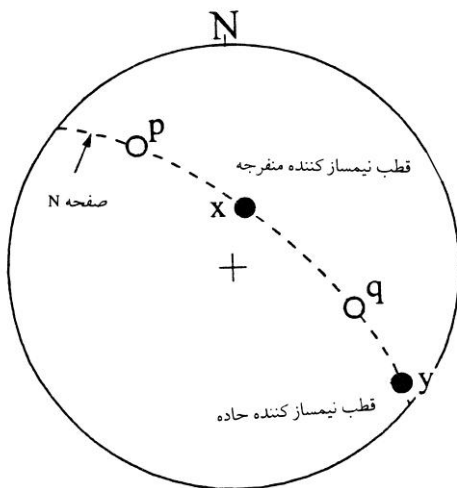
شکل ۴-۲۱- الف- نمایش صفحه نیمساز کننده زاویه حاده بین دو صفحه Q,P و صفحه N عمود بر خط تقاطع آنها که تمام اندازه گیری ها بر روی آن انجام می گیرد. ب- استریوگرام صفحه نیمساز کننده زاویه حاده بین دو صفحه Q,P

ب- روش استفاده از قطب صفحات

شکل ۴-۲۲ الف روابط بین زوایای خطوط موجود بر روی صفحه N را توضیح می دهد. این شکل نشان می دهد که خط عمود بر صفحه نیمساز کننده حاده، زاویه بین عمودهای دو صفحه Q,P را نیمساز می کند. در حقیقت روش دیگری را برای بدست آوردن نیمساز دو صفحه، بیان می کند.

۱- قطب صفحات Q,P را ترسیم کنید (شکل ۴-۲۲ ب).

۲- بر روی دایره بزرگی که از این دو قطب میگذرد، زاویه نقاط میانی y,x را بین قطب دو صفحه تعیین کنید. این نقاط (y,x) نقاط قطبی صفحاتی هستند که زوایای بین دو صفحه Q,P را نیمساز می کنند.



الف

ب

شکل ۴-۲۲- الف- نمایش روابط بین عمودهای صفحات Q,P و خط عمود بر صفحه نیمساز کننده زاویه حاده. ب- استریوگرام قطب صفحات Q,P و قطب صفحات نیمساز کننده زوایای حاده و منفرجه بین آنها