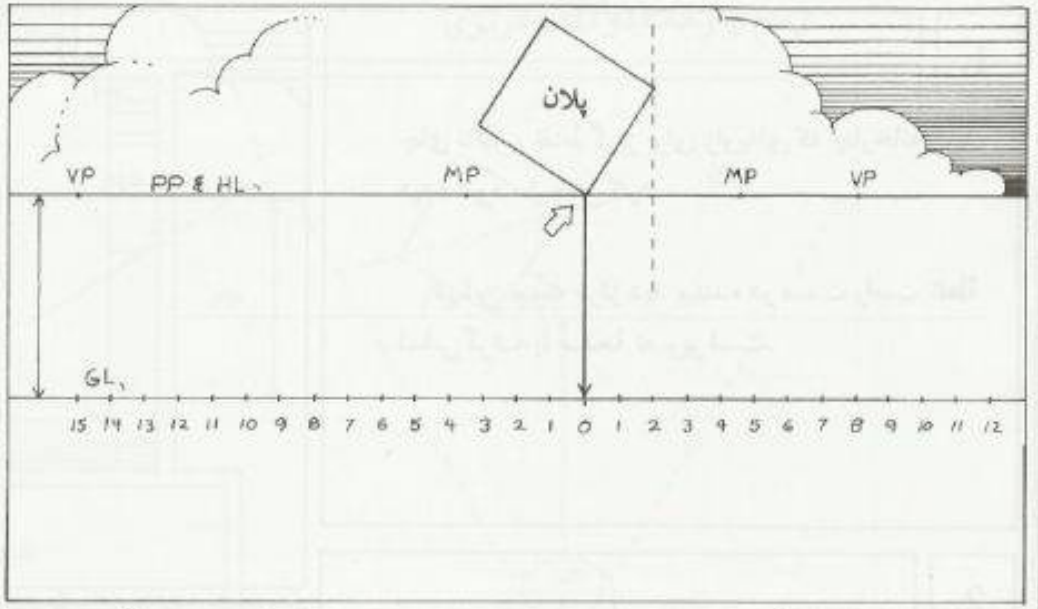
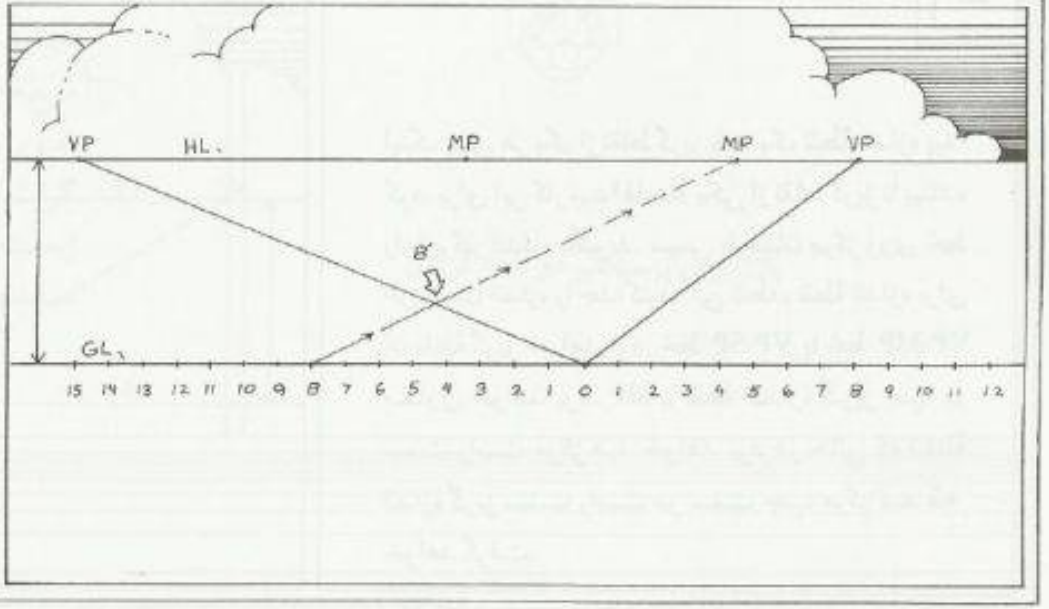
**3.**

از گوشه‌ای که مماس با صفحهٔ تصویر (خط افق) است یک خط عمود به سمت خط زمین رسم کنید. محل برخورد را با علامت صفر مشخص کنید. سپس خط زمین را به فواصل مساوی تقسیم کنید تا اندازه‌ای برای چارخانهٔ پرسپکتیو باشد.




**4.**

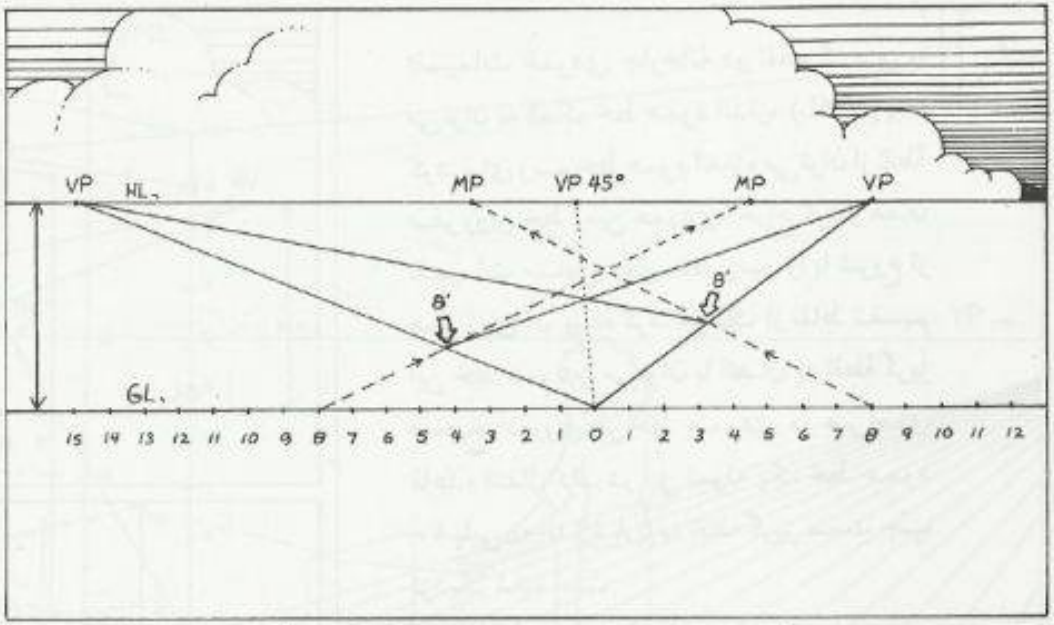
از صفرِ روی خط زمین به هر یک از دو نقطهٔ گریز یک خط وصل کنید. اندازه را روی این خطوط دورشونده می‌توان با اتصال یکی از نقاط روی خط زمین (در این مورد ۸ پا) به نقطهٔ اندازهٔ خودش مشخص کرد. نقطه‌ای که خط GL-MP خط پرسپکتیوی دور شونده را قطع می‌کند اندازهٔ مورد نظر را نشان می‌دهد.



**5.**

با استفاده از روش صفحهٔ قبل به اندازهٔ ۸ پا روی خط دیگر دور شونده جدا کنید. از این نقطه به نقطهٔ گریز خودش وصل کنید تا مربعی دو نقطه گریزی به ابعاد ۸×۸ پا پیدا شود.

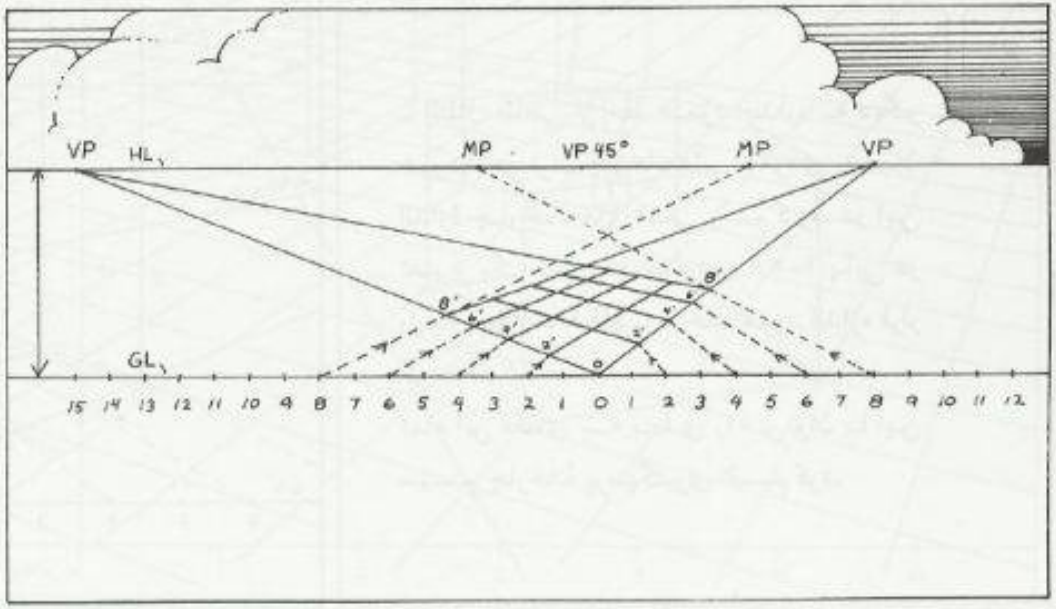
قطر مربع را رسم کنید تا گریز ۴۵ درجه مشخص شود. نقطهٔ گریز ۴۵ درجه در بررسی و گسترش چهار خانه بسیار مفید است.




**6.**

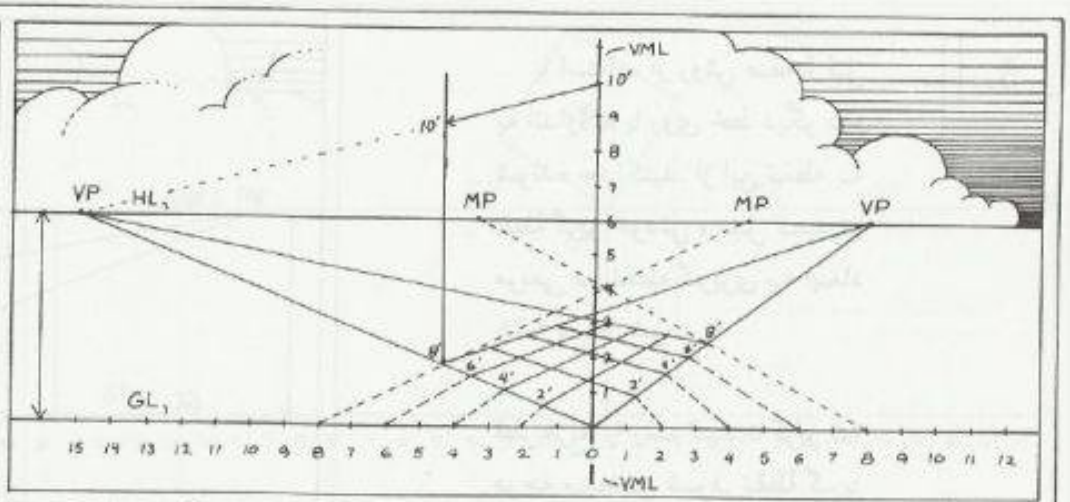
خطوط دور شوندهٔ اضلاع جلویی مربع را می‌توان به فواصل مساوی تقسیم کرد. اگر این نقاط را به نقاط گریزشان وصل کنیم مربع شطرنجی پرسپکتیوی پیدا می‌شود.

در اینجا ابعاد هر یک از خانه‌ها ۲×۲ پا است.



**7.**

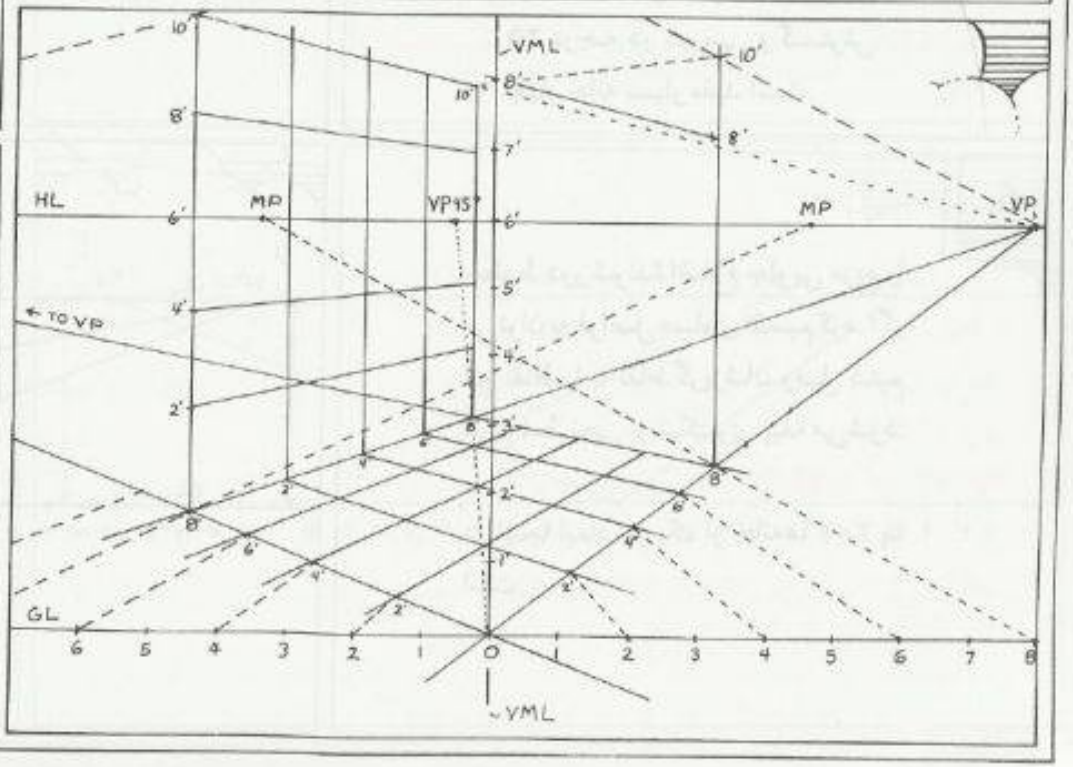
تقسیمات عمودی چارخانهٔ دو نقطه گریزی را می‌توان به کمک خط عمود اندازه (VML) پیدا کرد. برای رسم خط عمودِ اندازه می‌توان از نقطهٔ صفر روی خط زمین عمودی اخراج کرد و همان تقسیمات مساوی روی خط زمین را با شروع از صفر روی آن پیاده کرد. هر یک از نقاط تقسیم این خط عمود را می‌توان با اتصال به نقطهٔ گریز صحیح آن روی هر خط عمودی در هر جای قاعده انتقال داد. در این نمونه یک خط عمود ۱۰ پایی به اندازهٔ ۸ پا به نقطه گریز سمت چپ نزدیک شده است.

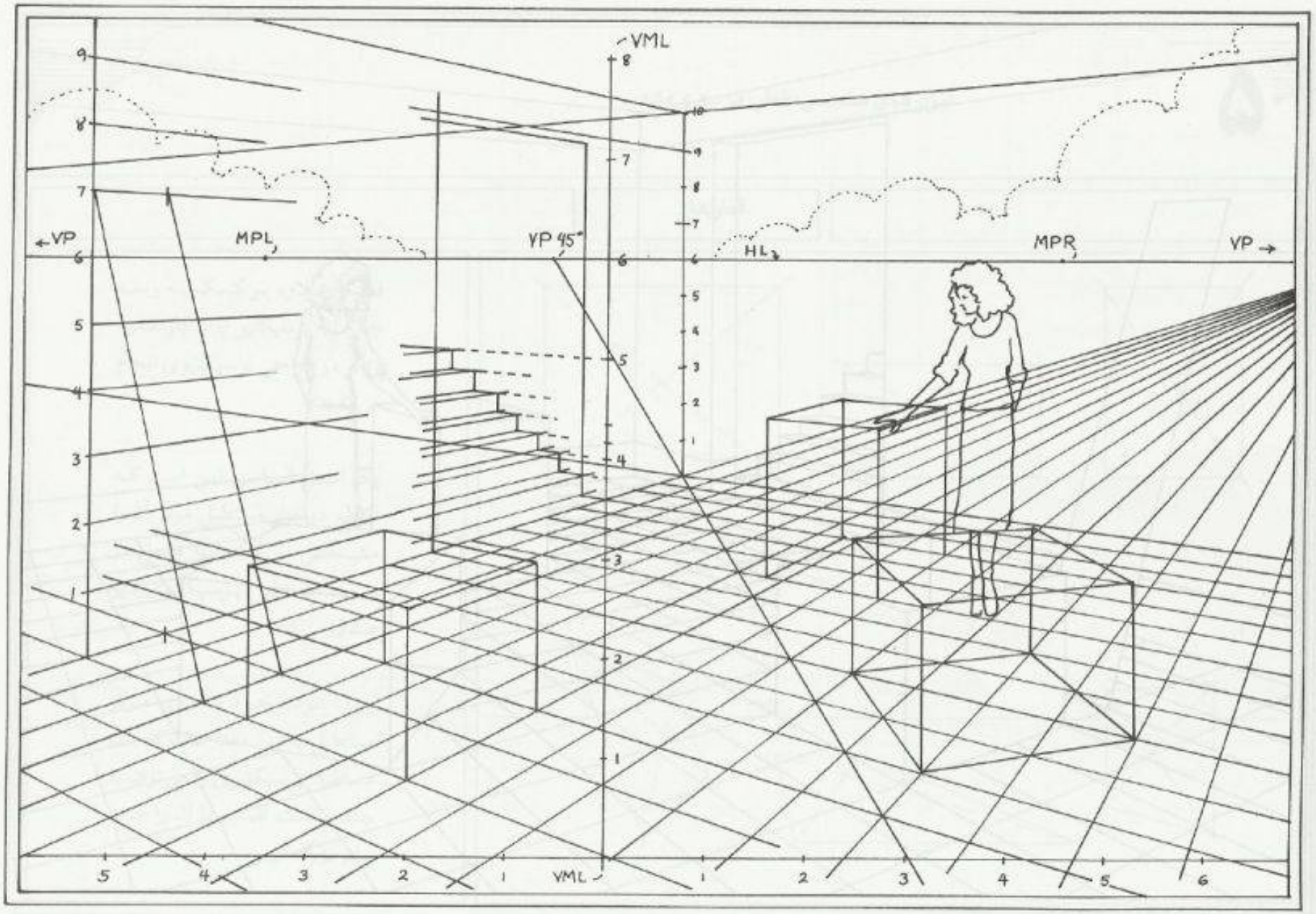


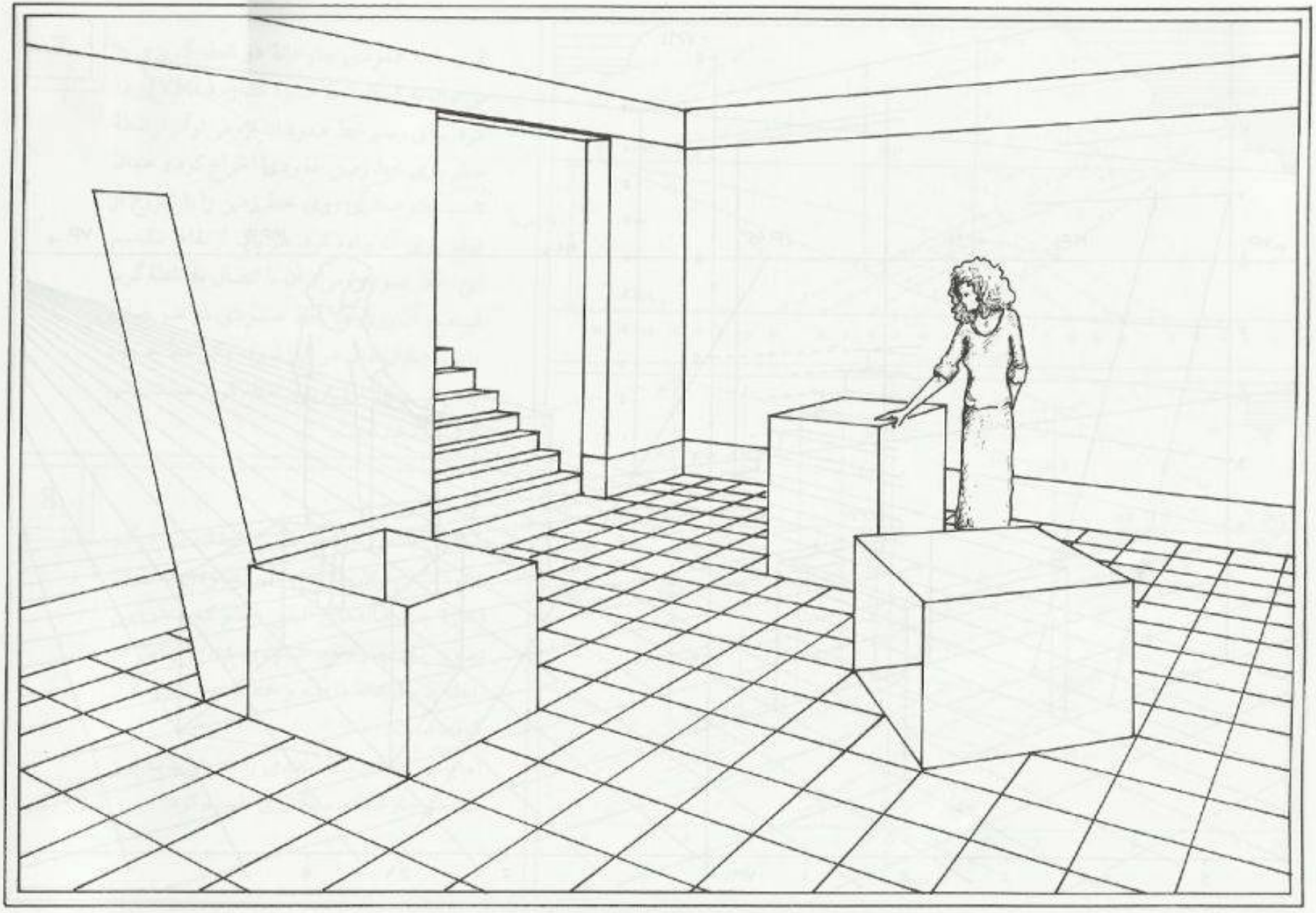

**8.**

با انتقال نقاطی از خط عمود اندازه به دیگر عمودها می‌توان چارخانه‌هایی عمودی به همان اندازهٔ چارخانه‌های افقی رسم کرد. در این تصویر یک چارخانه عمودی ۸×۱۰ پایی در رابطه با چارخانهٔ قاعده و خط عمود اندازه قرار گرفته است.

تمام این فضای سه بعدی را می‌توان با این سیستم چارخانهٔ پرسپکتیوی تقسیم کرد.

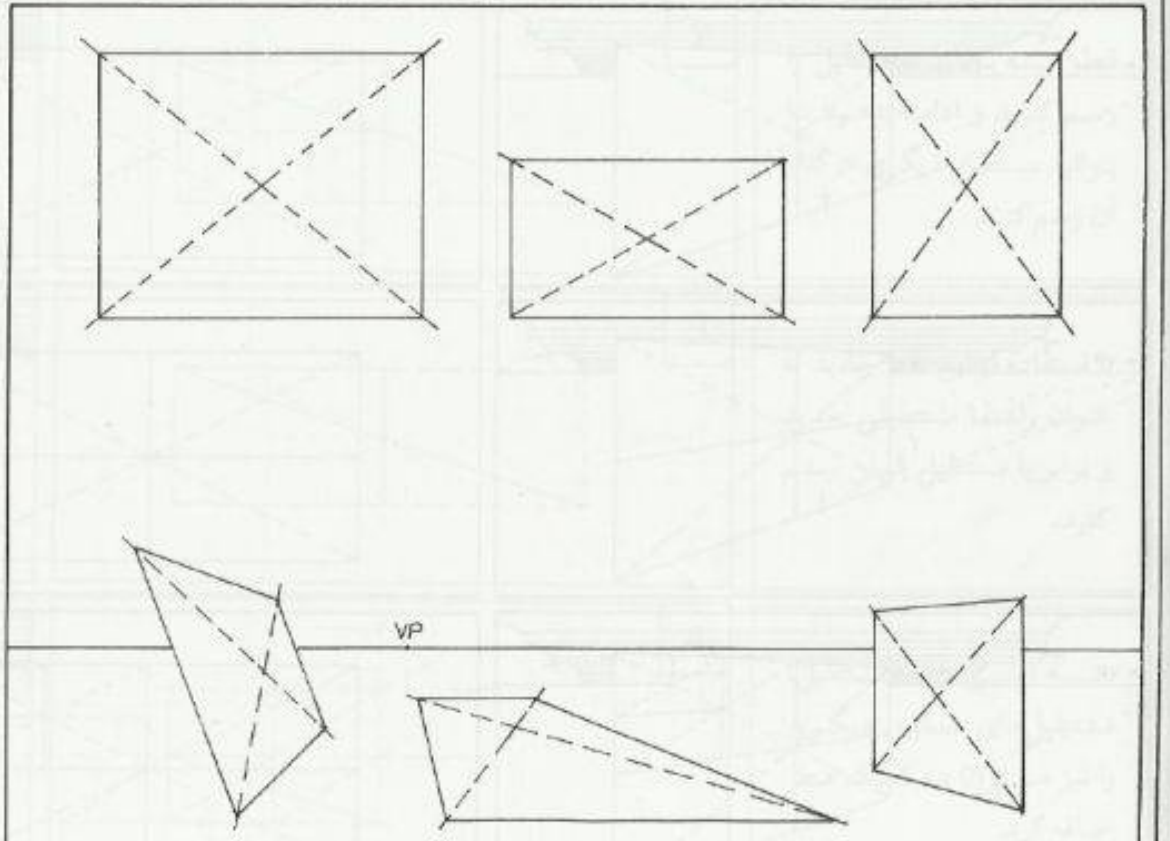



VML
VP
MPL
VP 45°
HL
MPR
VP
VML



# ۵ ابزارهای هندسی: قطر، مربع و مکعب

## قطرها




قطرها علاوه بر کمک به رسم چارخانهٔ پرسپکتیو چند کار مفید دیگر در طراحی پرسپکتیوی انجام می‌دهند.

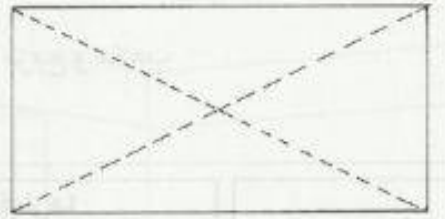
یک اصل اساسی این است که تقاطع دو قطر مستطیل مرکز آن را مشخص می‌کند. این اصل در مورد مستطیل پرسپکتیوی نیز صدق می‌کند.

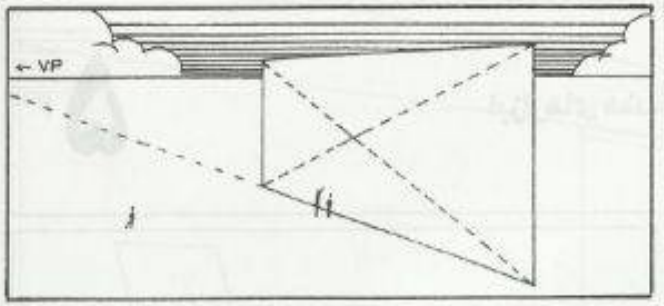
پیدا کردن خود بخودی مرکز مستطیل به این معنا است که یک مستطیل پرسپکتیوی را می‌توان به چند قسمت تقسیم یا آن را چند برابر بزرگ کرد.

**تقسیم یک مستطیل به کمک قطر**

با استفاده از تقاطع قطرها مرکز مستطیل را پیدا کنید.

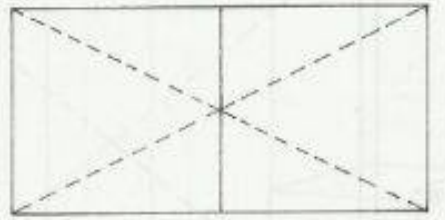
1.

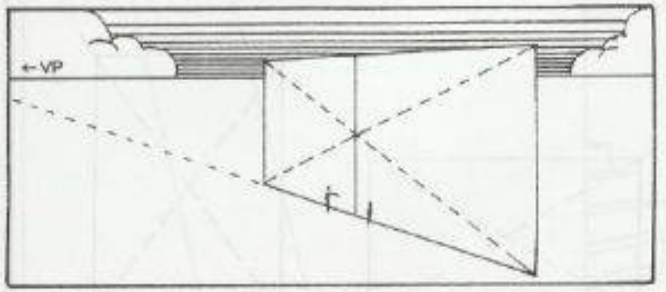





از مرکز خطی به موازات یکی از اضلاع مستطیل رسم کنید.

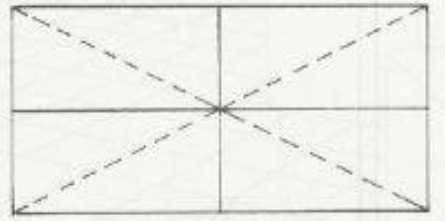
2.

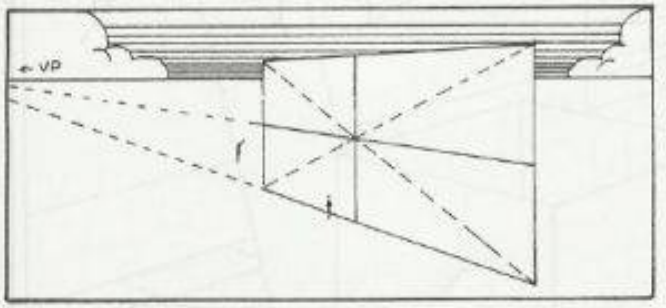





از مرکز، خطی عمود بر خط قبلی رسم کنید تا مستطیل اصلی به چهار مستطیل کوچک تقسیم شود.

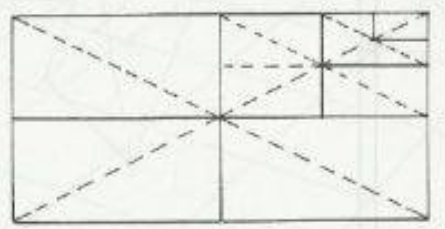
3.

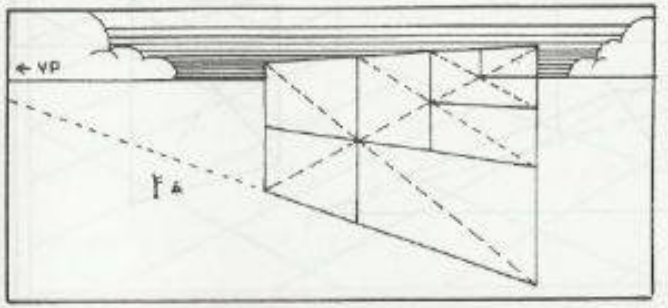





همین روش را در مستطیل‌های کوچک‌تر و کوچک‌تر ادامه بدهید.

4.

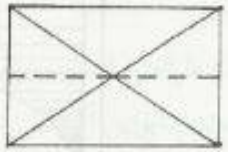


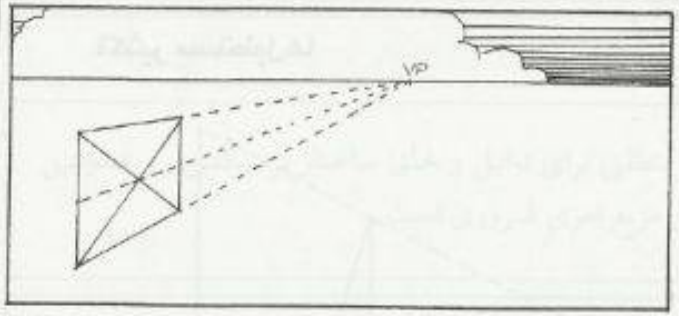


## تکثیر به کمک قطر

مستطیل را با استفاده از قطر نصف کنید.

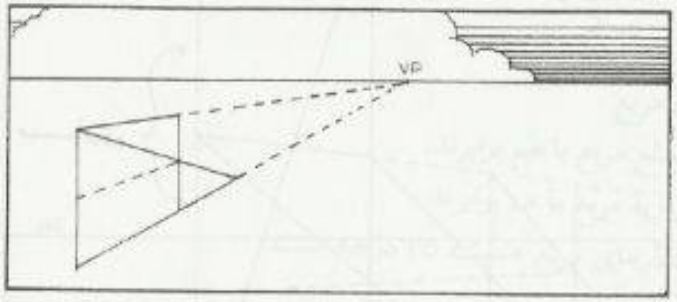
1.





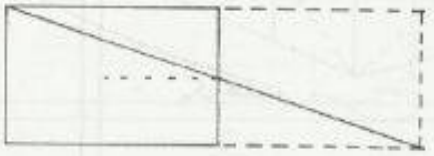

قطر نیمه بالایی مستطیل را رسم کنید و ادامه دهید تا بتوانید مستطیل دیگری درکنار آن رسم کنید.

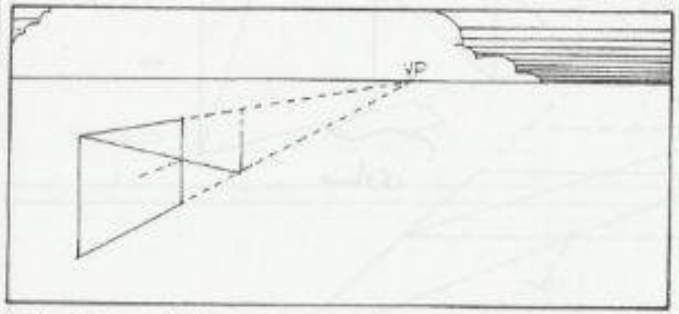
2.




با استفاده از این خط جدید به عنوان راهنما مستطیلی جدید و برابر با مستطیل قبلی رسم کنید.

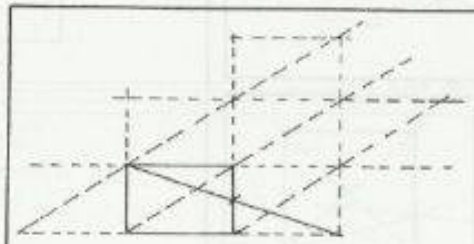
3.

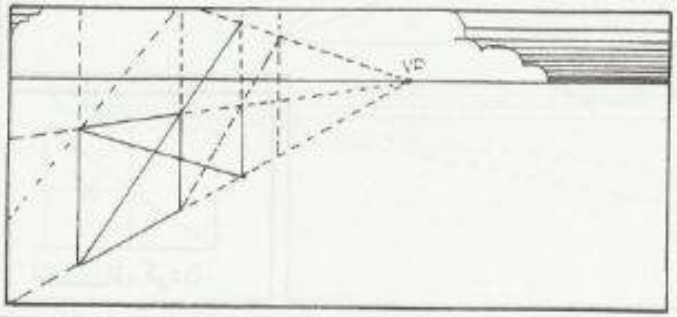


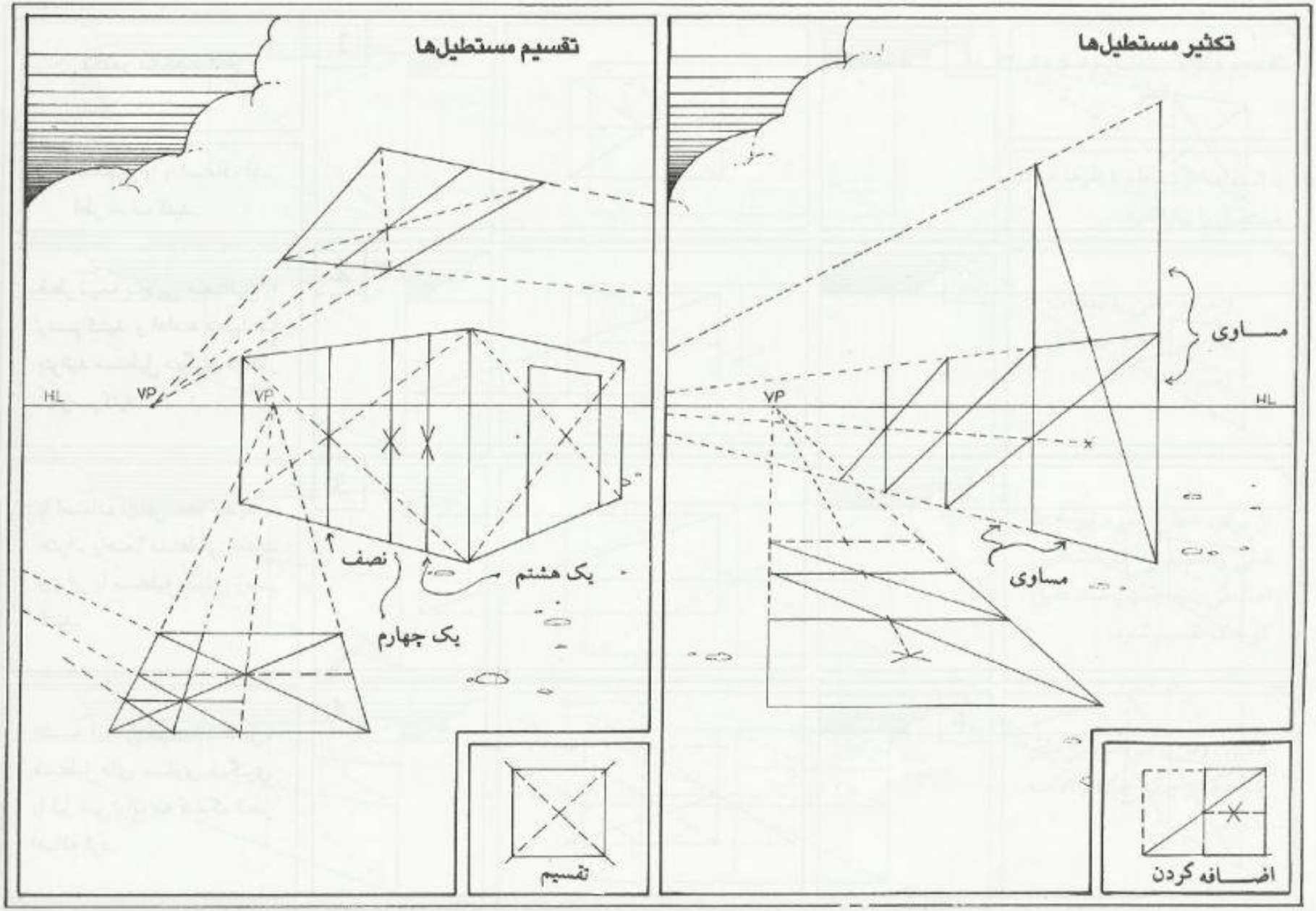



به این دو مستطیل، مستطیل‌های مساوی دیگری را نیز می‌توان به کمک قطر اضافه کرد.

4.






تقسیم مستطیل‌ها
HL
VP
VP
نصف
یک هشتم
یک چهارم
تقسیم
تکثیر مستطیل‌ها
مساوی
VP
HL
مساوی
اضافه کردن

## مربع

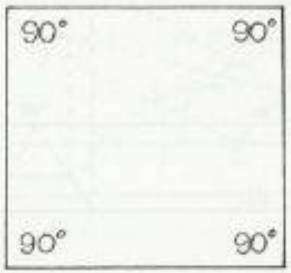
استفاده از مربع ساده‌ترین و متداول‌ترین شیوه برای اندازه‌گیری در طراحی است. مربع وسیله‌ای منطقی برای تخیل و خلق ساختار پرسپکتیوی و همچنین تخمین و تقسیم تصاویر پرسپکتیوی از اشیاء و فضاهای واقعی است. بنابراین آشنایی با ویژگی‌های مربع امری ضروری است.

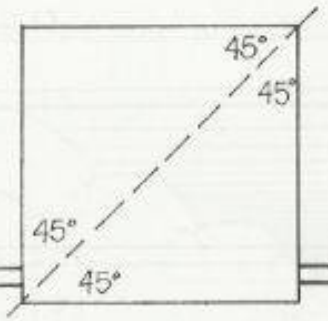
**ویژگی‌های مربع**

۱ ـ چهار ضلع مربع با هم برابرند.

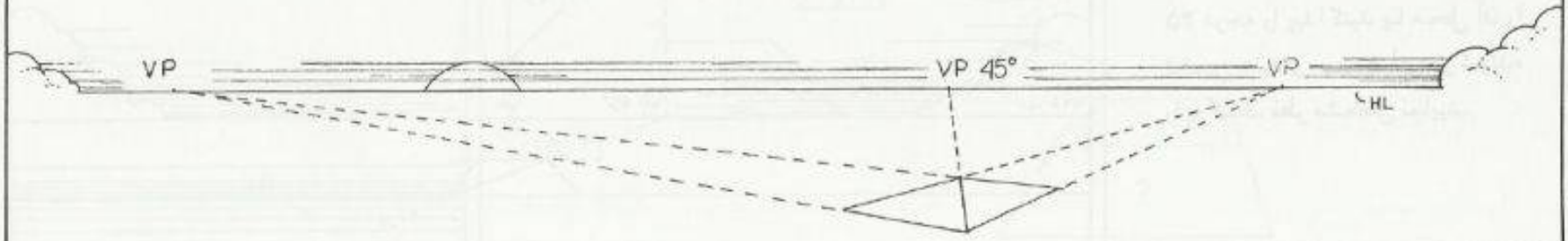
۲ ـ چهار زاویهٔ مربع با هم برابرند

۳ ـ زاویه قطرهای مربع همیشه ۴۵ درجه است.




مربع را می‌توان به کمک نقاط گریز ۹۰ درجه و ۴۵ درجه با هر نوع پرسپکتیوی رسم کرد.

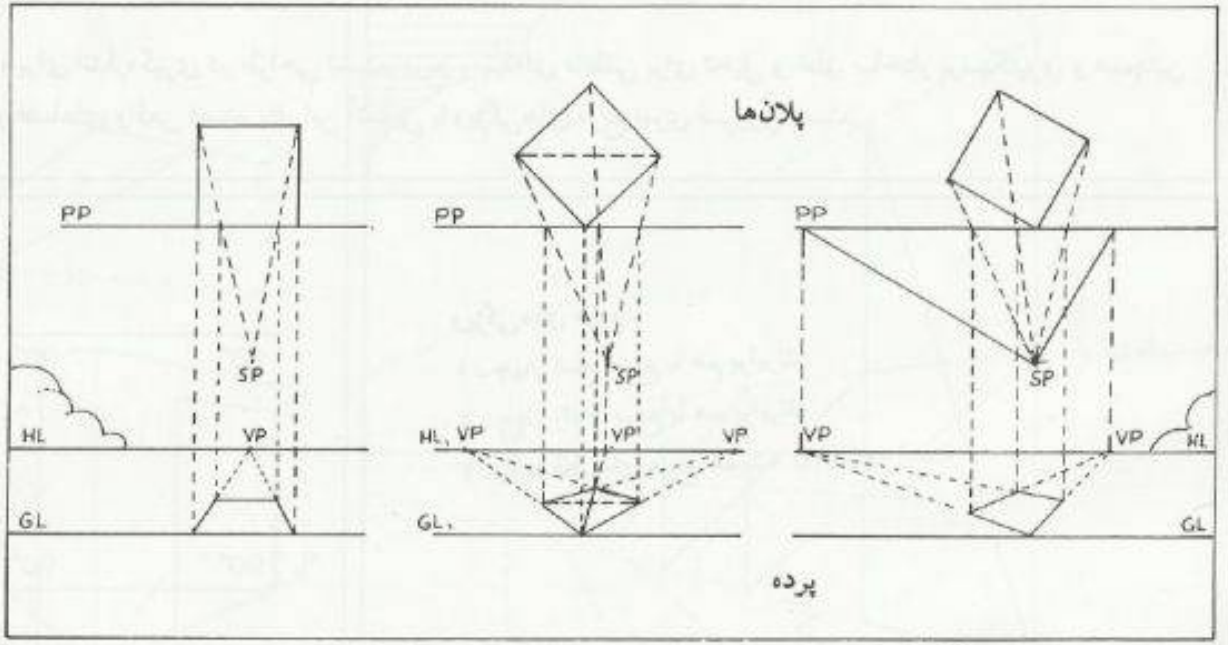


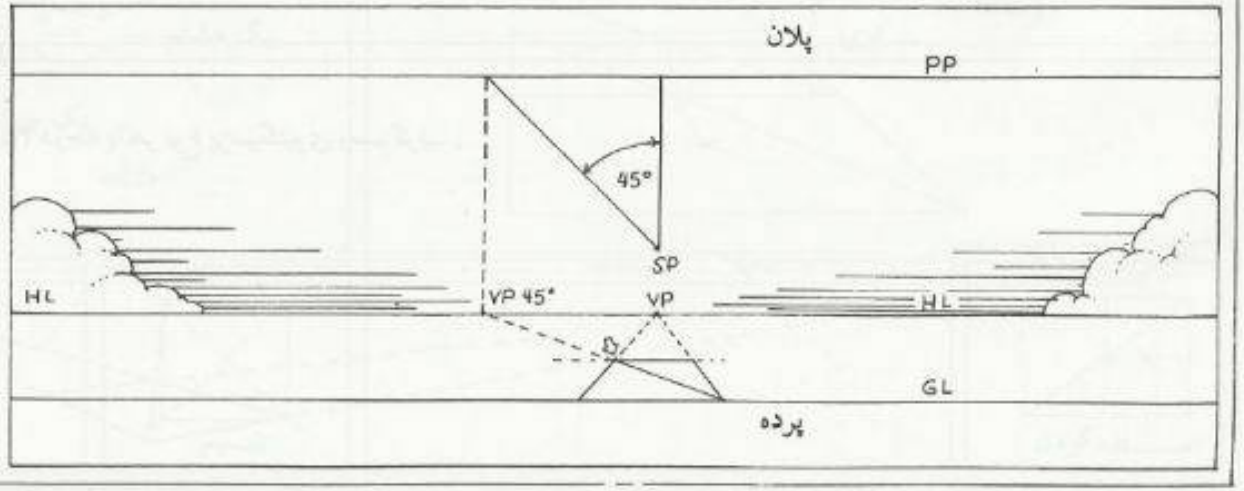
## مربع در پرسپکتیو

راه‌های بی شماری برای رسم مربع در پرسپکتیو وجود دارد. شیوه‌های زیر اساسی‌ترین و متداول‌ترین آنها هستند.

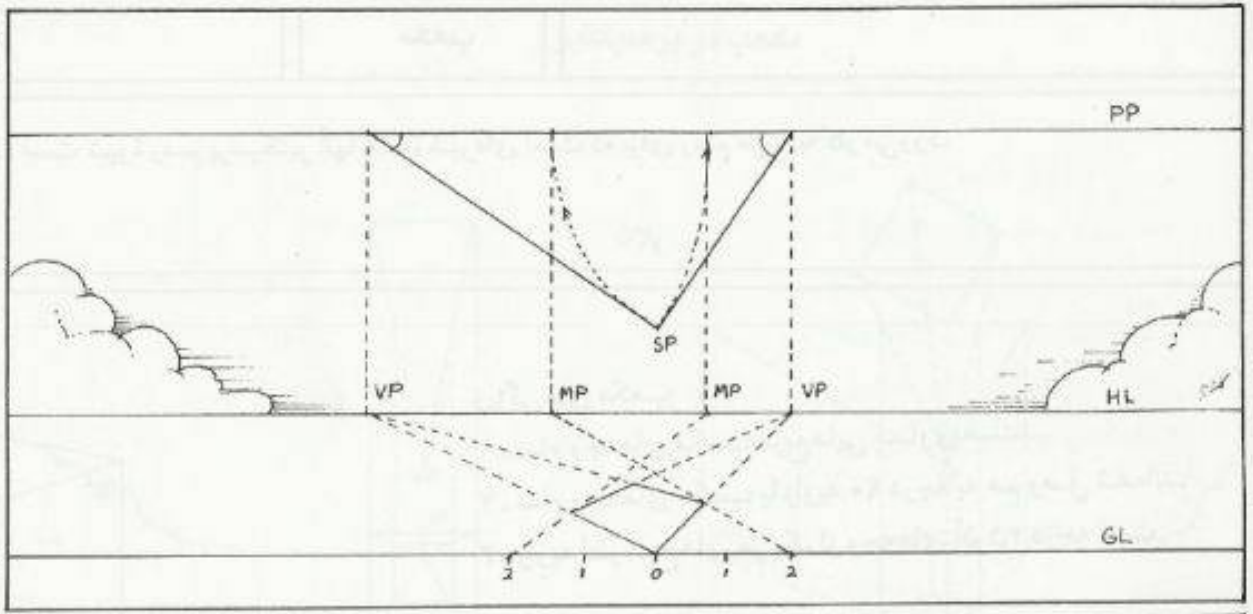
الف: پلان مربع یا ترکیباتی از مربع و پرسپکتیو از آنها (صفحات ۴۸ تا ۵۰ را ببینید)

ب: در پرسپکتیو یک نقطه گریزی گریز ۴۵ درجه را پیدا کنید یا محل آن را تخمین بزنید و سپس ضلع دور شونده را به کمک قطر مشخص نمایید.

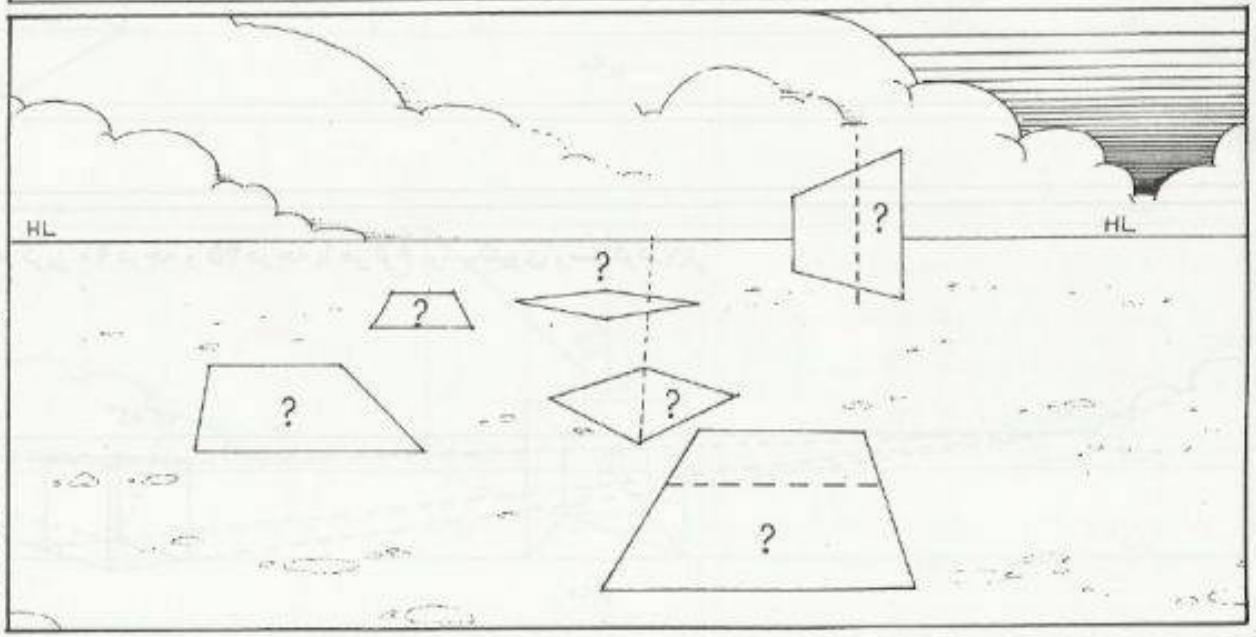


ب: در پرسپکتیو دو نقطه گریزی نقاط اندازه را پیدا کنید و از آنجا به مقیاس‌های روی خط زمین وصل کنید (پایین صفحهٔ تصویر).




ت: به کمک تمرین و تجربه مهارت شما در شکل و نسبت‌های مربع پرسپکتیوی آن قدر بالا می‌رود که بتوانید آنها را بشناسید و اشتباهات را تشخیص دهید.



## مکعب

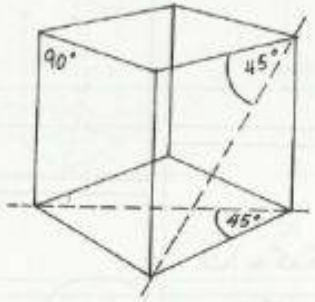
هر مکعب از شش وجه مربع شکل تشکیل شده است شیوهٔ رسم پرسپکتیو آنها همان شیوه‌ای است که برای رسم مربع به کار می‌رود.

ویژگی‌های مکعب

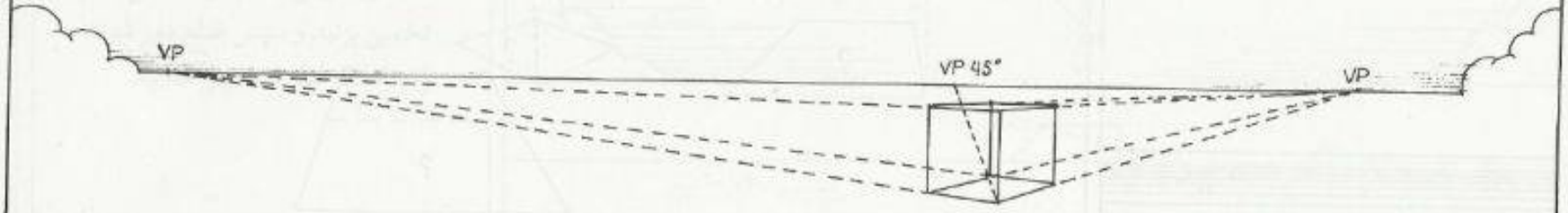
۱ ـ تمام وجه‌های مکعب مربع‌هایی مساوی هستند.

۲ ـ تمام وجه‌های مکعب با زاویه ۹۰ درجه به هم وصل شده‌اند.

۳ ـ زاویه قطر مربع‌های هر یک از وجه‌های آن ۴۵ درجه است.



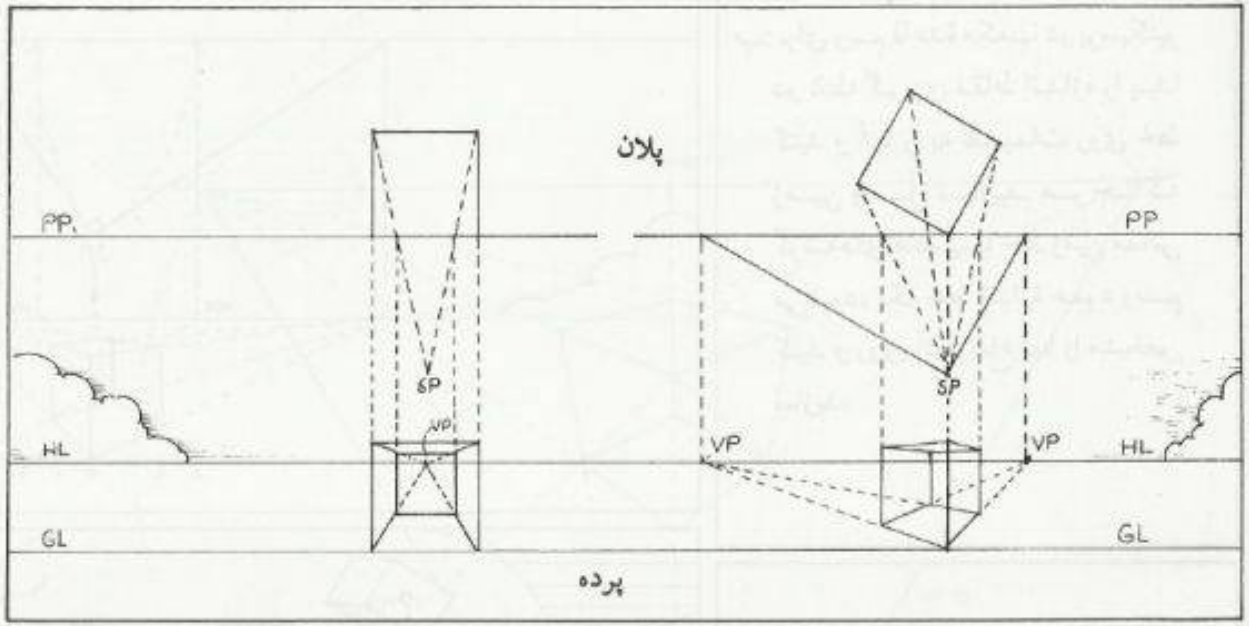

مکعب را نیز همانند مربع می‌توان به کمک نقاط گریز ۹۰ درجه و ۴۵ درجه با هر نوع پرسپکتیوی رسم کرد.



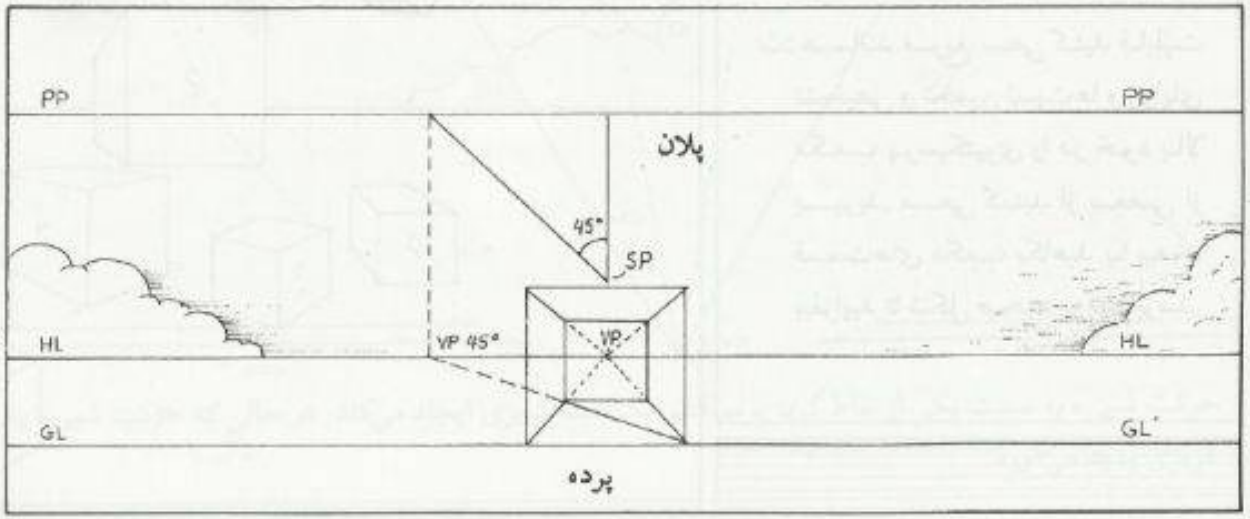
## مکعب در پرسپکتیو

شیوه طراحی پرسپکتیوی از مکعب عملاً همان شیوهٔ مربع است به جز این که نما به آن اضافه شده است.

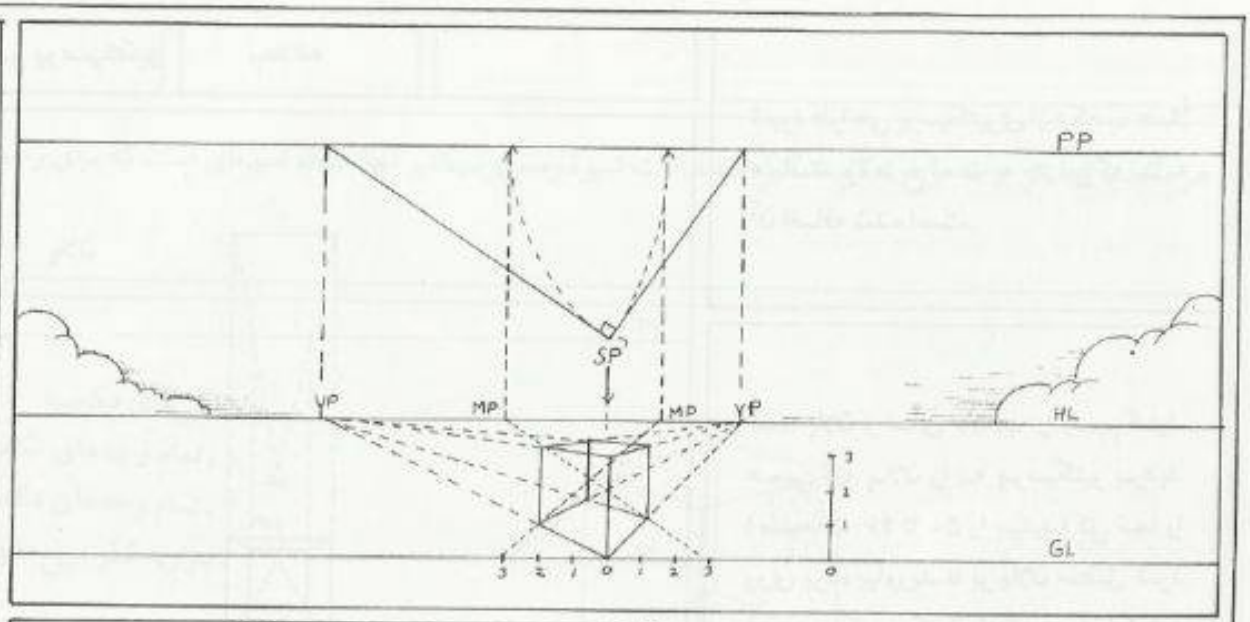
الف: پلان و نمای مکعب را رسم کنید همین که پلان را به پرسپکتیو بردید (صفحات ۴۶ تا ۵۰ را ببینید) کل نما را روی پرده بیاورید تا بر پلان منطبق شود (در پرسپکتیو یک نقطه گریزی) یا گوشه نما را به عنوان گوشه در پرسپکتیو انتخاب کنید (در پرسپکتیو دو نقطه گریزی)



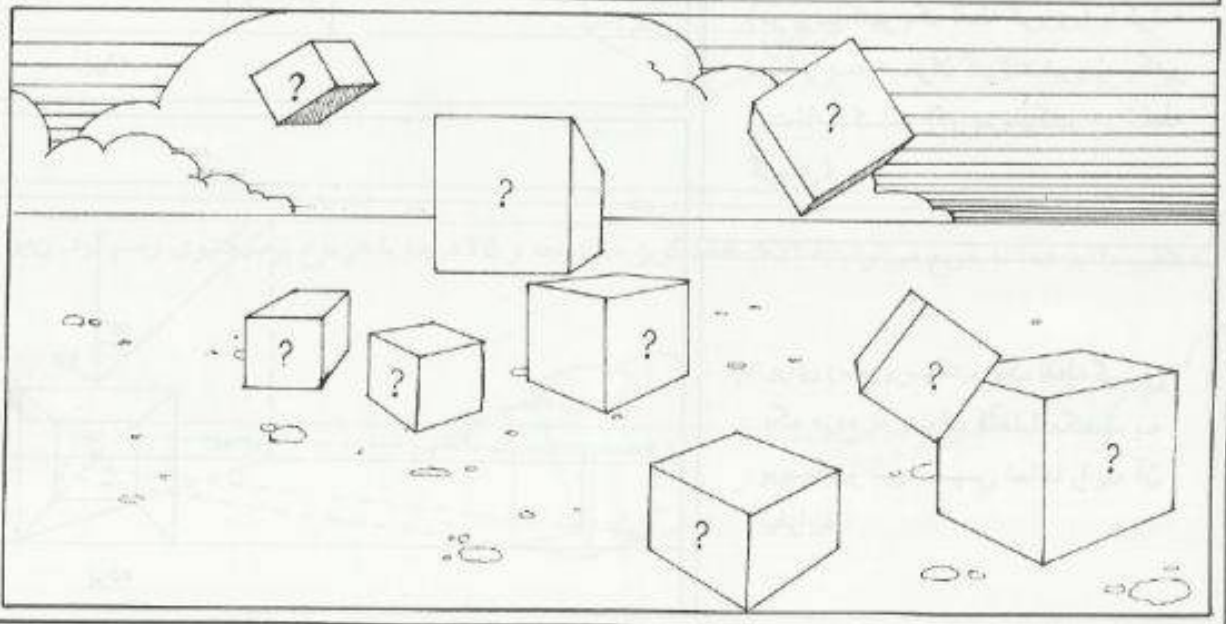

ب: برای رسم پرسپکتیو یک نقطه گریزی یک مربع به عنوان قاعدهٔ مکعب به پرسپکتیو ببرید سپس نماها را به آن بیفزایید.



پ: برای رسم قاعدهٔ مکعب در پرسپکتیو دو نقطه گریزی نقاط اندازه را پیدا کنید و آنها را به تقسیمات روی خط زمین وصل نمایید. هر جا که گوشه‌های مکعب با خط زمین مماس می‌شود، یک خط اندازهٔ عمود رسم کنید و روی آن ارتفاع نما را مشخص سازید.

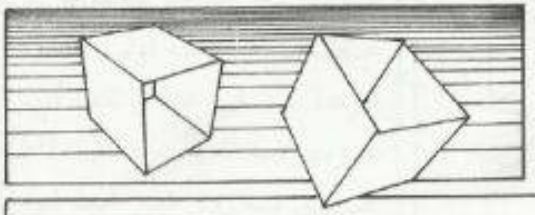


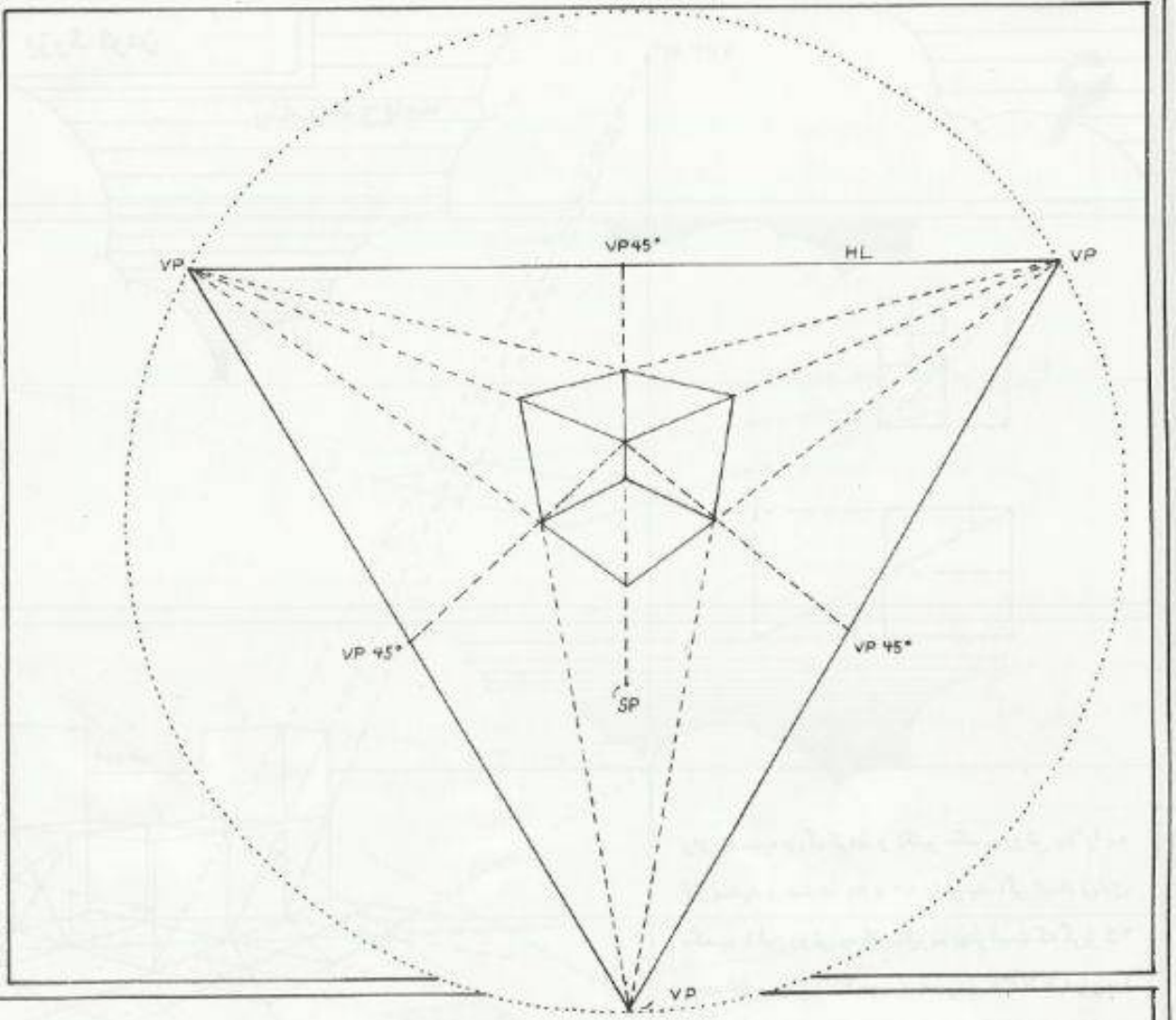

ت: همانند مربع سعی کنید قابلیت تشخیص و تخمین نسبت‌ها و زوایای مکعب پرسپکتیوی را در خود بالا ببرید. سعی کنید از بعضی از قسمت‌های مکعب بکاهید یا به آن بیفزایید تا شکل صحیح به نظر برسد.



ث: در پرسپکتیو سه نقطه گریزی هیچ یک از سطوح مکعب موازی با صفحهٔ تصویر نیست. بنابراین حتی نمای مکعب هم با گرایش به گریز کوچک می‌شود.

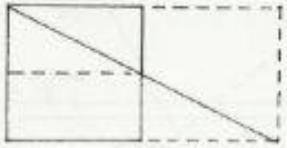
چون بیننده در مرکز قرار دارد تمام نقاط گریز فاصله‌شان با هم برابر است و مثلثی متساوی الاضلاع به وجود می‌آورند که اضلاعشان سه خط افق متصل به هم را تشکیل می‌دهد. سه نقطه گریز ۴۵ درجه با هم، هم فاصله هستند و در وسط خط افق قرار گرفته‌اند.

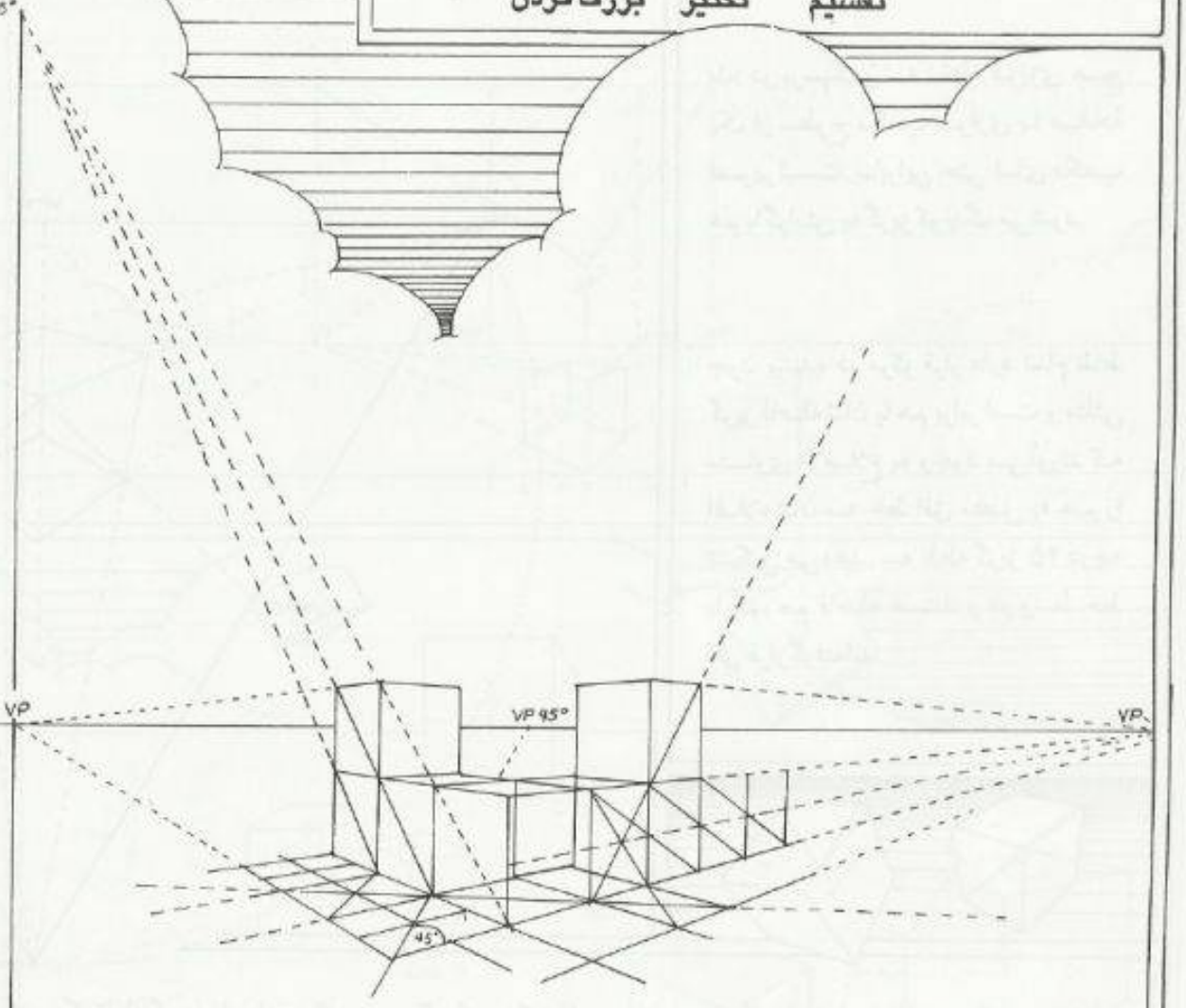





حرکت شییء به سمت یکی از نقاط گریز پرسپکتیو یک نقطه گریزی ایجاد می‌کند. در حالی که حرکت شییء به سمت یکی از خطوط افق پرسپکتیو دو نقطه گریزی پدید می‌آورد.

## تقسیم تکثیر بزرگ کردن



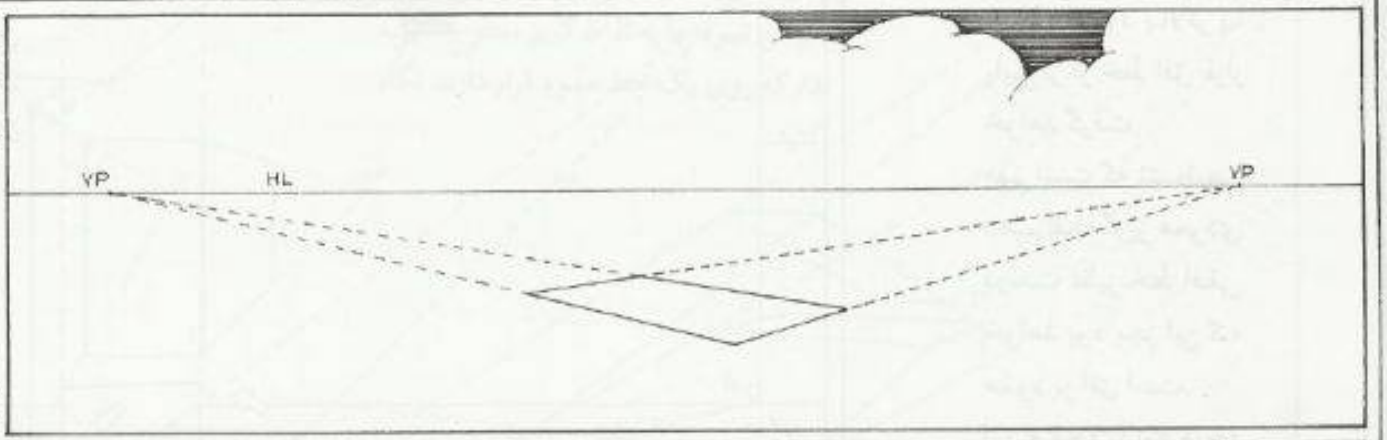



برای تقسیم، بزرگ کردن و تکثیر مکعب روش بالا را به کار ببندید و صفحهٔ ۶۹ تا ۷۲ را ببینید. اگر تعداد زیادی مکعب با این روش به کار بگیریم بهتر است که گریز ۴۵ درجه افقی و گریز ۴۵ درجه عمودی (VVP) را پیدا کنیم. نقاط گریز عمودی را در صفحات بعد مطالعه می‌کنیم.

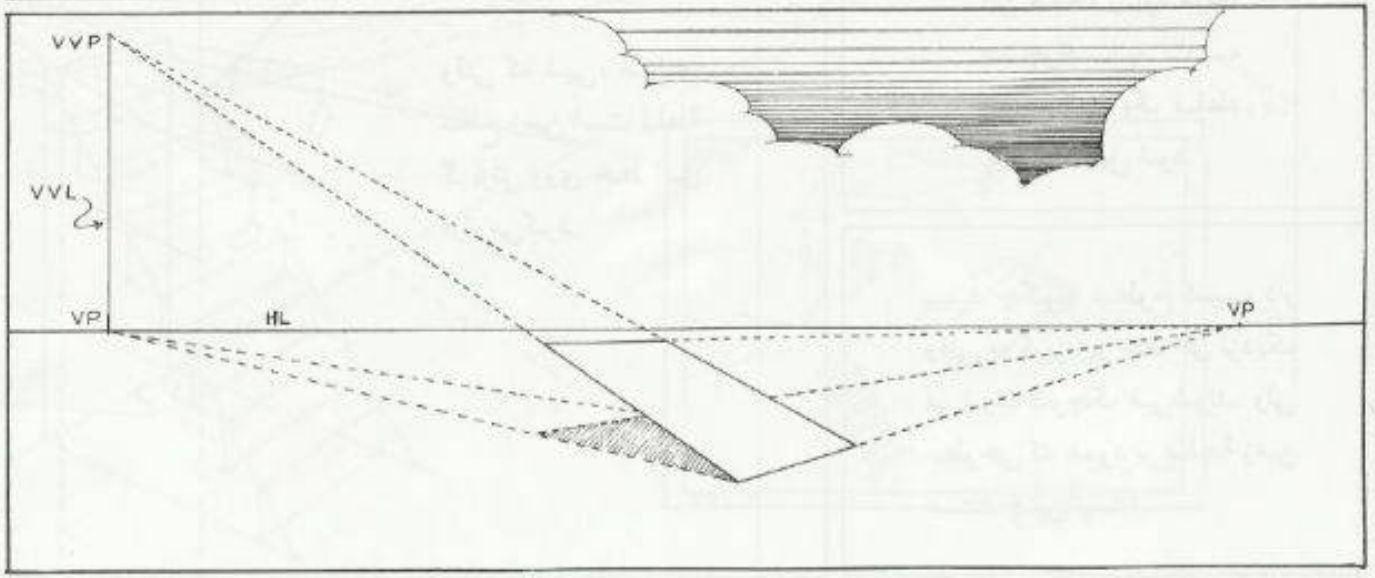
# ۶

## سطوح شیب‌دار

نقاط گریز سطوحی که موازی سطح زمین است روی خط افق قرار دارند.

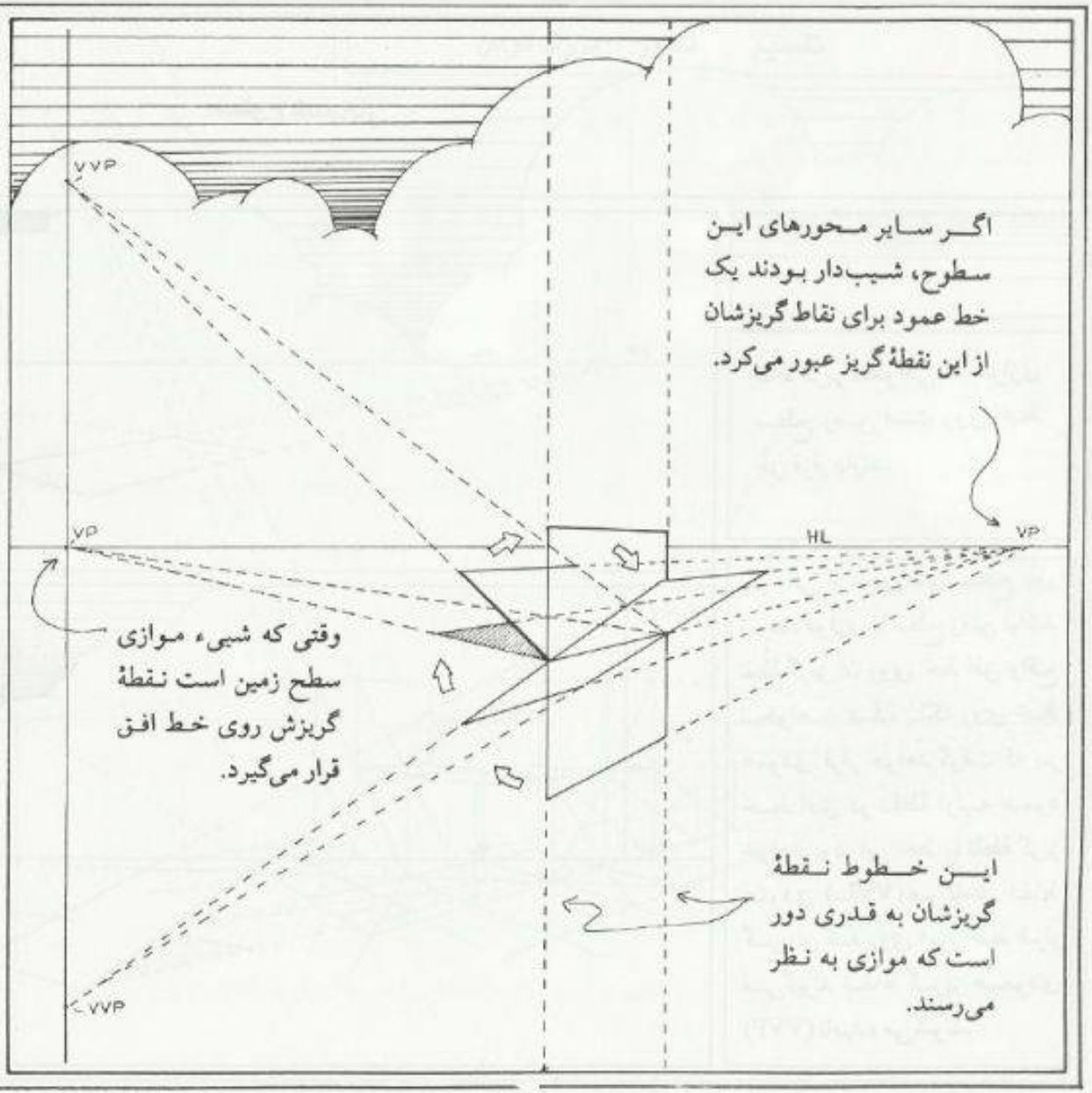


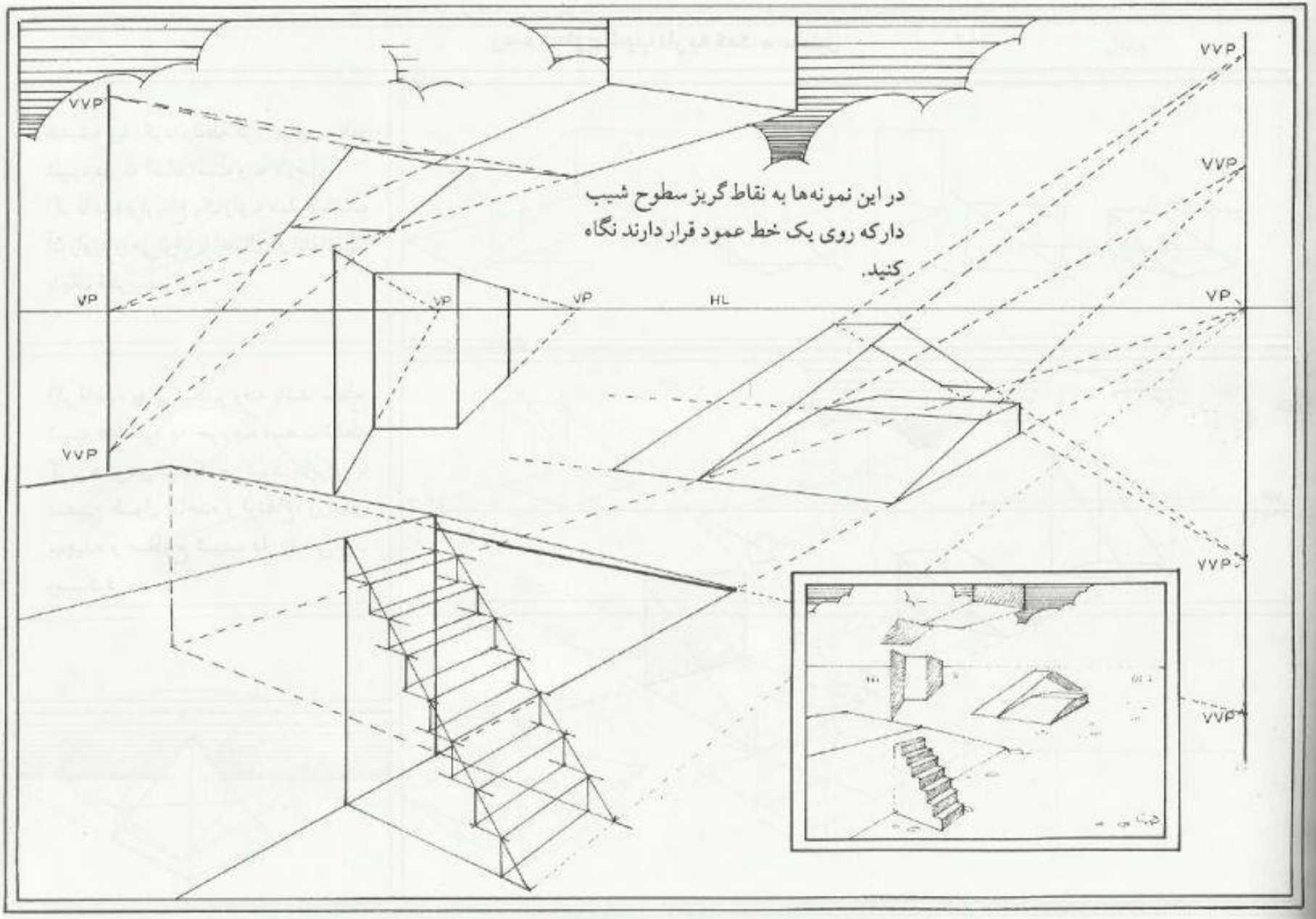

اگر یکی از محورهای سطح دور شونده موازی با سطح زمین نباشد نقطهٔ گریز آن روی خط افق واقع نخواهد شد، بلکه روی خط عمودی قرار خواهد گرفت که بر خط افق در نقطهٔ اولیه عمود خواهد بود. این خط را نقطهٔ گریز عمودی (VVL) می‌نامند. نقاط گریزی که روی این خط قرار می‌گیرند نقاط گریز عمودی (VVP) نامیده می‌شوند.



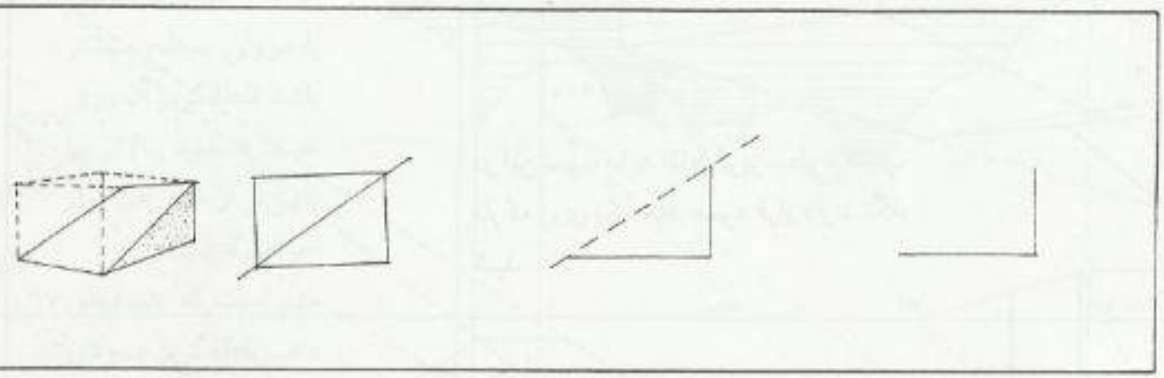
هر قدر شیب صعودی یا نزولی سطح بیشتر باشد نقطهٔ گریز آن روی خط عمود بالاتر یا پایین‌تر از خط افق قرار خواهد گرفت.
مهم است که تشخیص دهیم نقطهٔ گریز عمودی درست نظیر خط افقی خواهد بود بجز این که عمود بر افق است.
این صفحه را نود درجه بچرخانید تا به پرسپکتیو یک نقطه گریزی تبدیل شود.

ببینید چگونه سطوح شیب دار وقتی به گریز زیر خط افق نزدیک می‌شوند کوچک می‌شوند. ولی سطوحی که عمود بر صفحهٔ زمین هستند چنین نیستند.



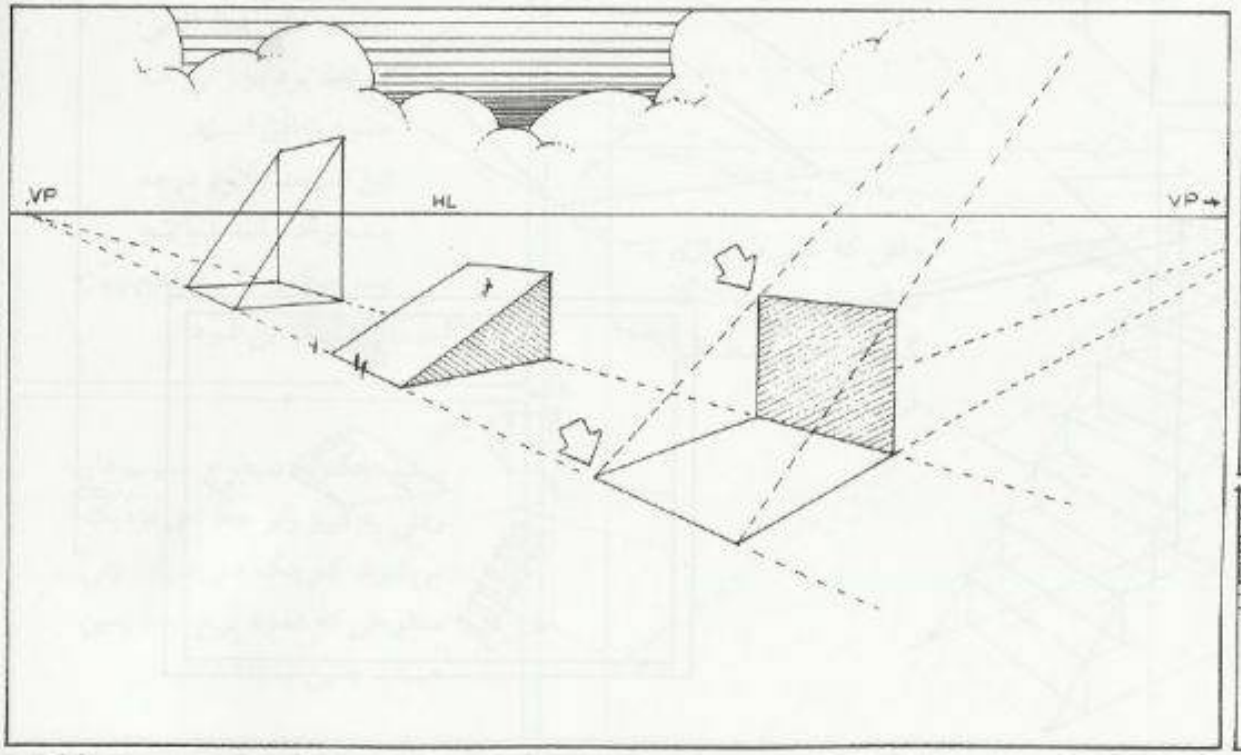

در این نمونه‌ها به نقاط گریز سطوح شیب
دارکه روی یک خط عمود قرار دارند نگاه
کنید.
VVP
VVP
VP
VP
VP
HL
VP
VVP
VVP
VVP
VVP

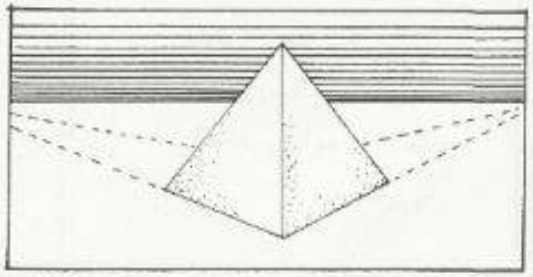
## رسم سطوح شیب دار به کمک مستطیل



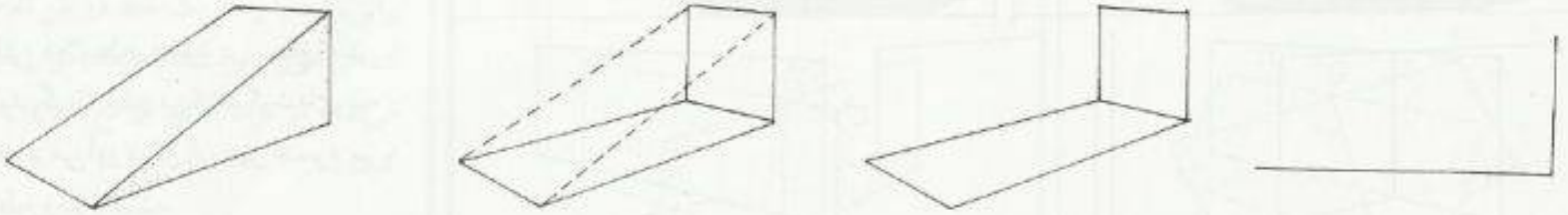
همیشه پیدا کردن نقطهٔ گریز برای سطح شیب دار نه آسان است و نه لازم.
اگر قاعده و ارتفاع یک زاویه معلوم باشد، آن زاویه را می‌توان با اتصال دو انتهای آن با یک قطر رسم کرد.

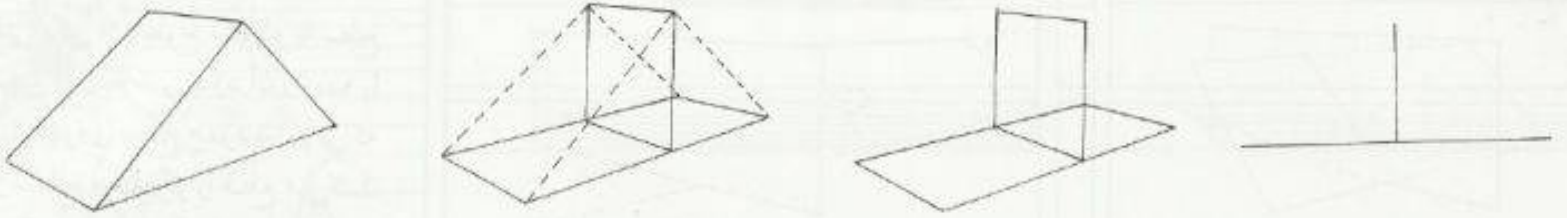
اگر قاعده به پرسپکتیو رفته باشد سطح شیب دار خود به خود به سمت نقطه گریز عمودی کوچک می‌شود. بنابراین با تعیین طول قاعده و ارتفاع، زوایای پیچیده و سطوح شیب دار را می‌توان رسم کرد.

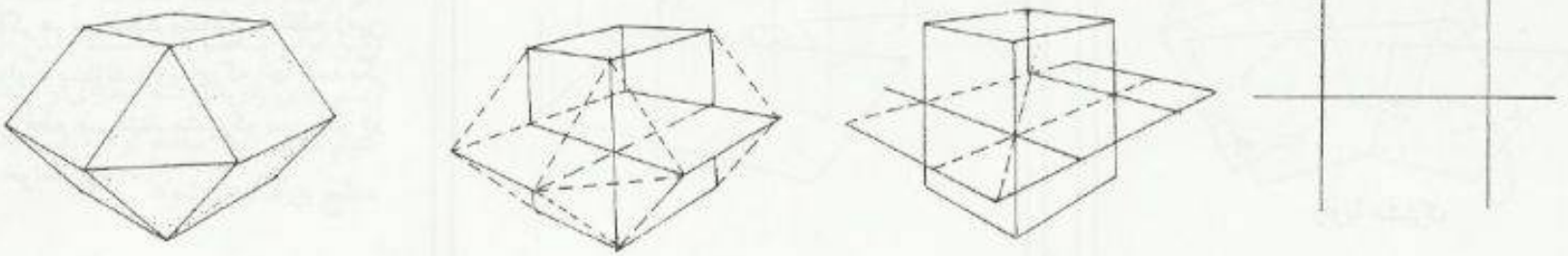


مثال

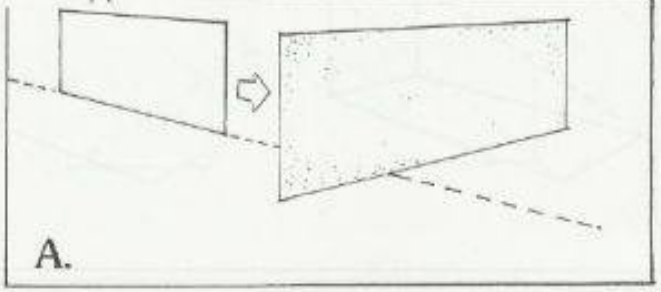


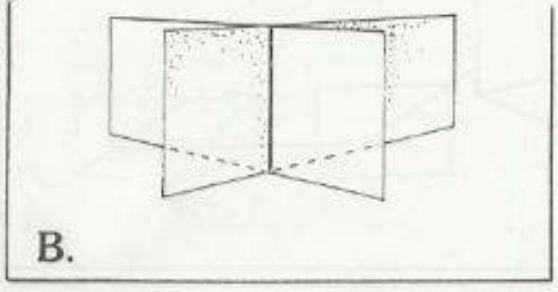




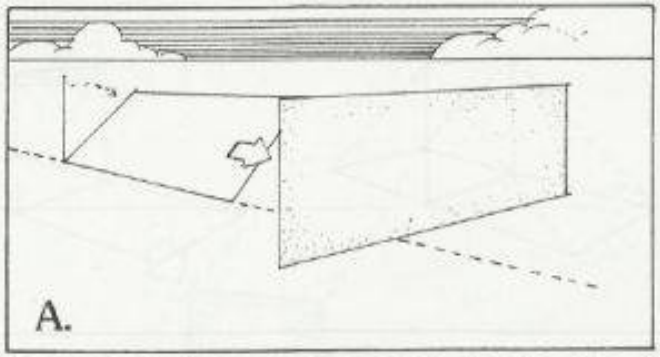
## قطع کردن سطوح شیب دار

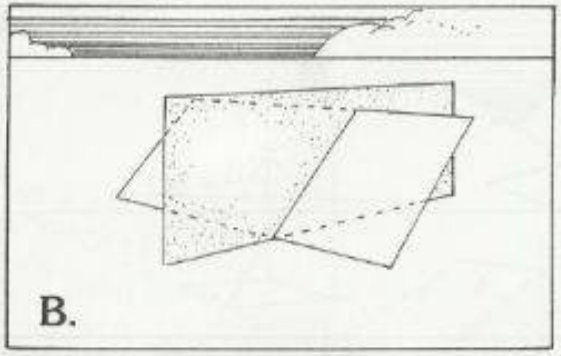
وقتی دو سطح عمود بر سطح زمین همدیگر را قطع می‌کنند گوشه‌ای به وجود می‌آورند که آن نیز عمود بر سطح زمین است.



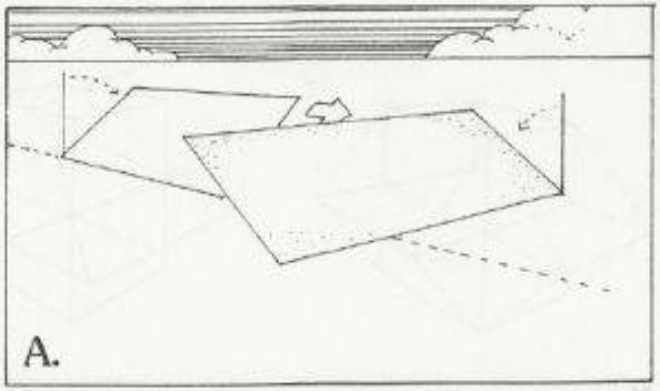



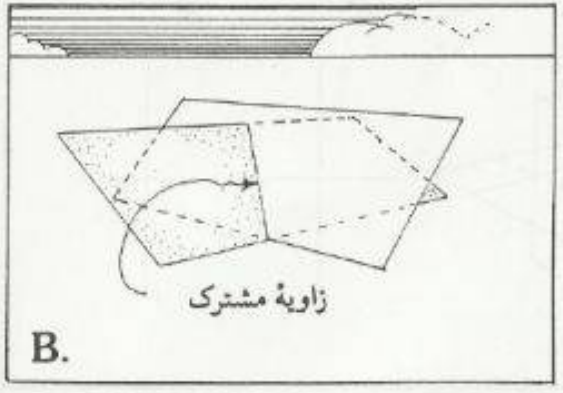

وقتی یکی از سطوح متقاطع با سطح زمین زاویه می‌سازد آن زاویه را می‌توان روی سطح عمود در جایی که دو سطح همدیگر را قطع می‌کنند رسم کرد.



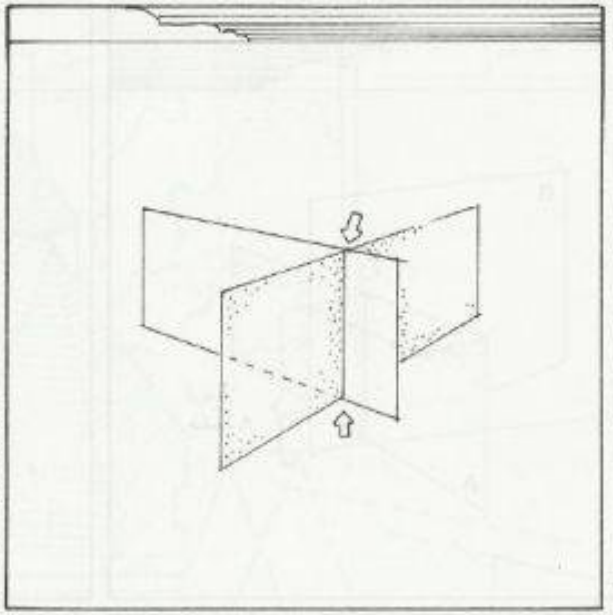



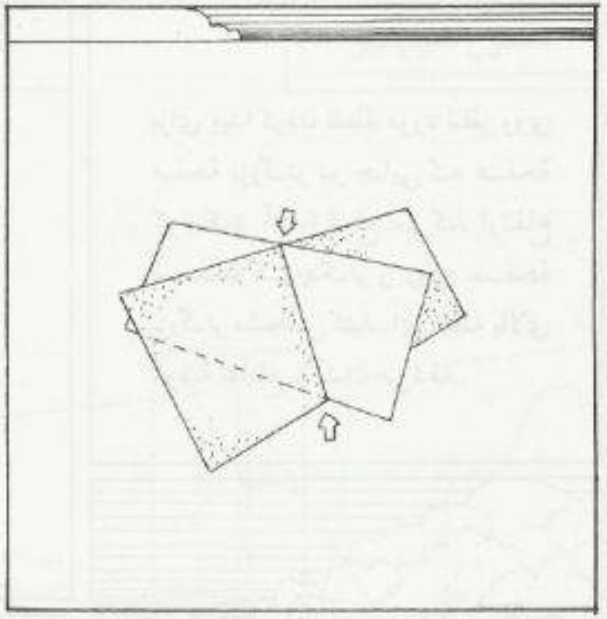

اگر هر دو سطح متقاطع با سطح زمین زاویه بسازند زاویه‌ای که آنها همدیگر را قطع می‌کنند مشترک بین هر دو خواهد بود.



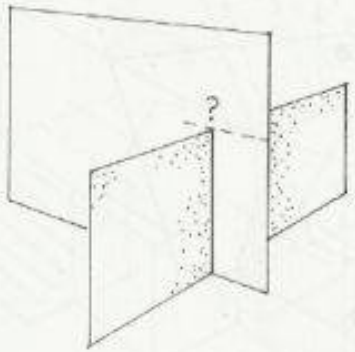



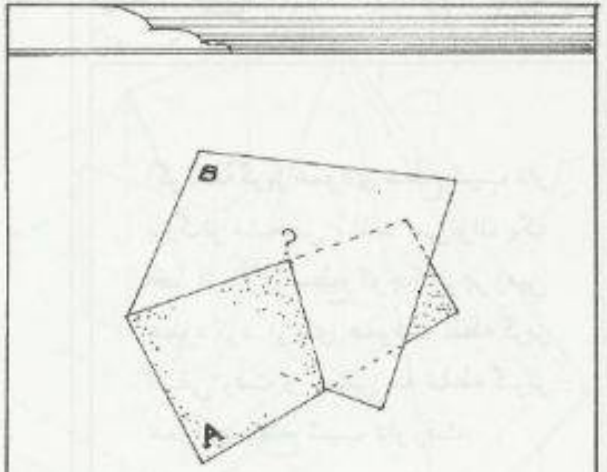
اگر ارتفاع دو سطح متقاطع از سطح زمین برابر باشد با رسم یک خط در بین نقاطی که لبه‌های دو سطح همدیگر را قطع می‌کنند می‌توان محل تقاطع آنها را پیدا کرد.

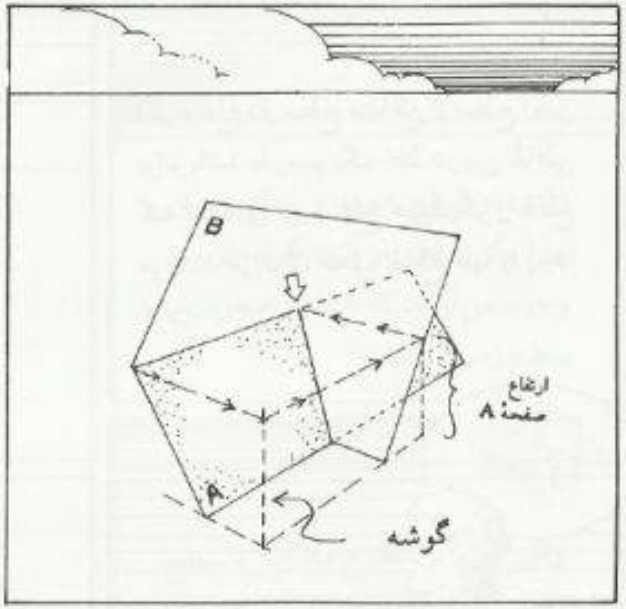


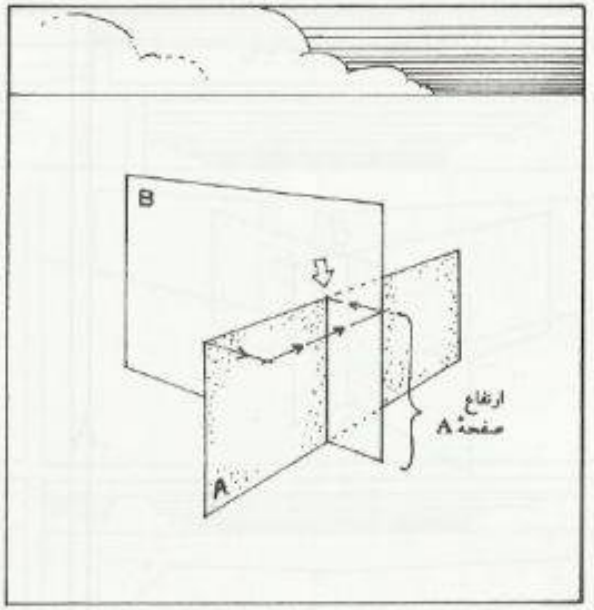


اگر ارتفاع دو سطح متقاطع از سطح زمین برابر نباشد لازم است پیش از رسم جای زاویهٔ گوشه نقطه‌ای را پیدا کنیم که در آنجا سطح کوچک‌تر وارد سطح بزرگ‌تر می‌شود.



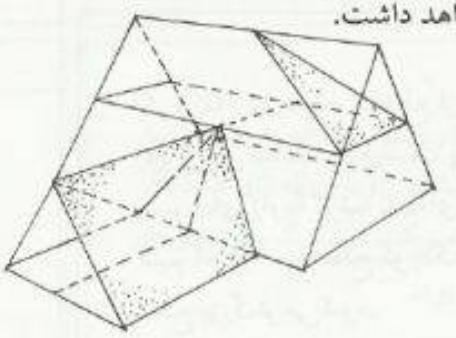



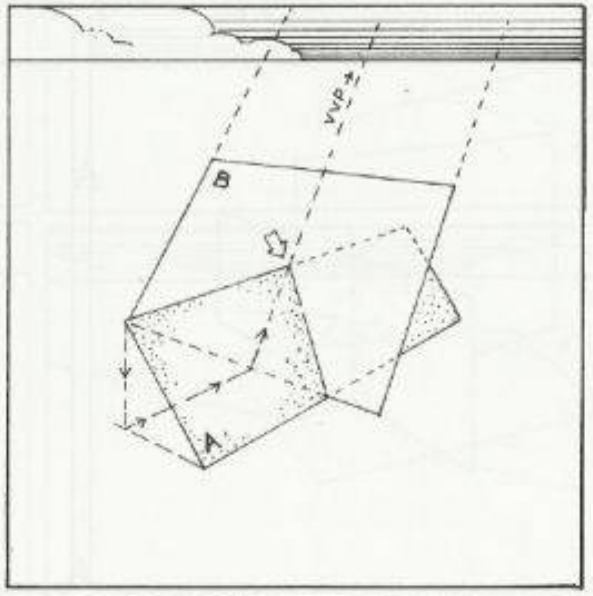


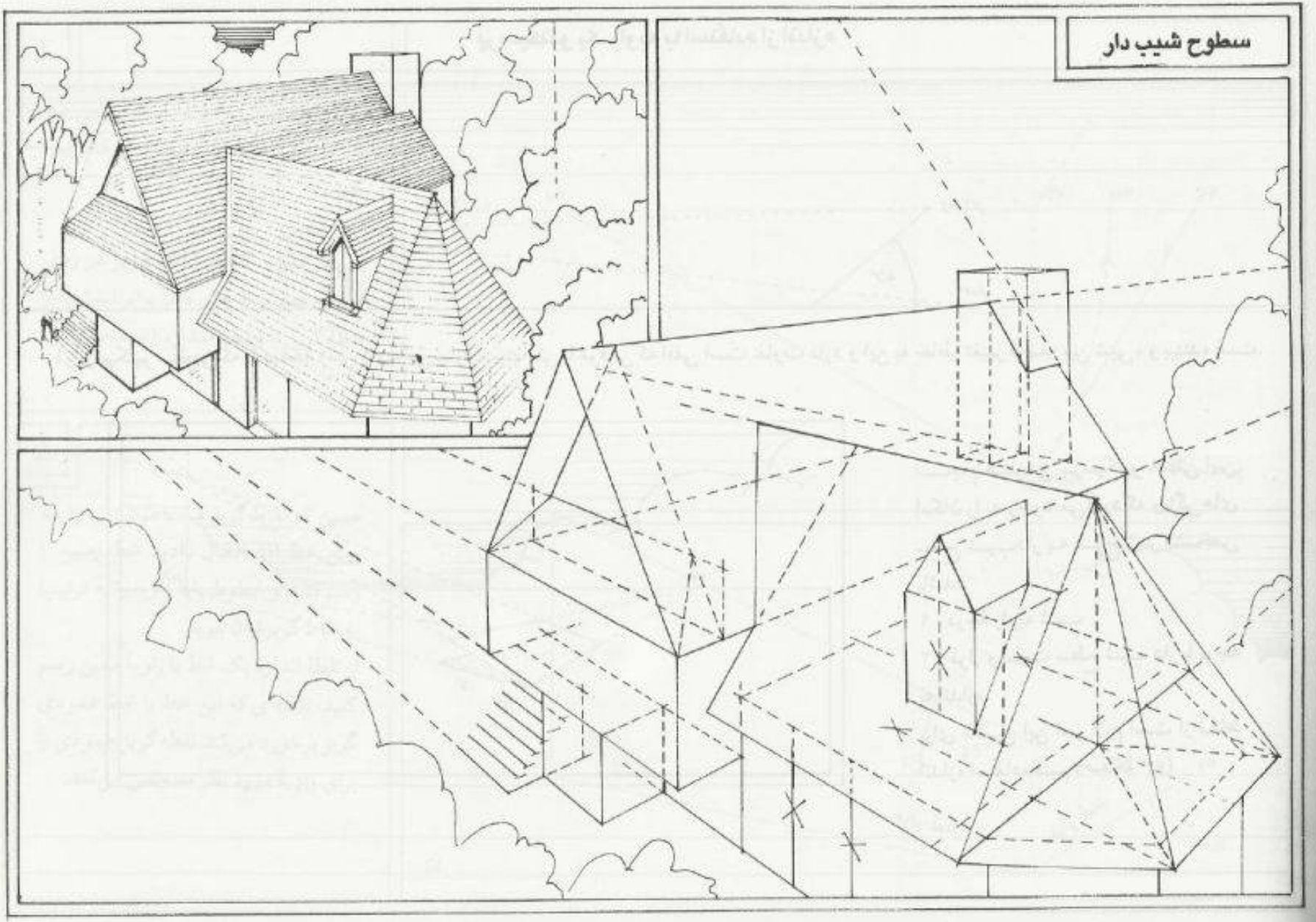

برای پیدا کردن نقطهٔ مورد نظر روی صفحهٔ بزرگ‌تر در جایی که صفحهٔ کوچک‌تر آن را قطع می‌کند ارتفاع صفحهٔ کوچک‌تر را روی صفحهٔ بزرگ‌تر مشخص کنید. این نقطه بالای گوشهٔ تقاطع را نشان می‌دهد.

هر قدر طرح پیچیده‌تر باشد خوشبختانه برای تعیین زوایا تقاطع‌های مرجع بیشتری وجود خواهد داشت.

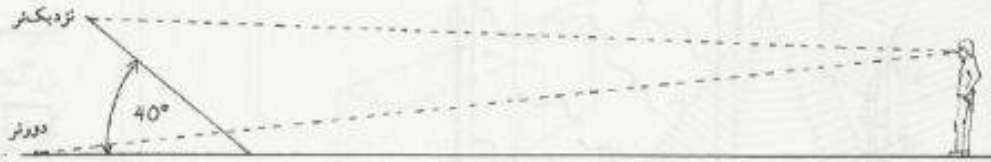




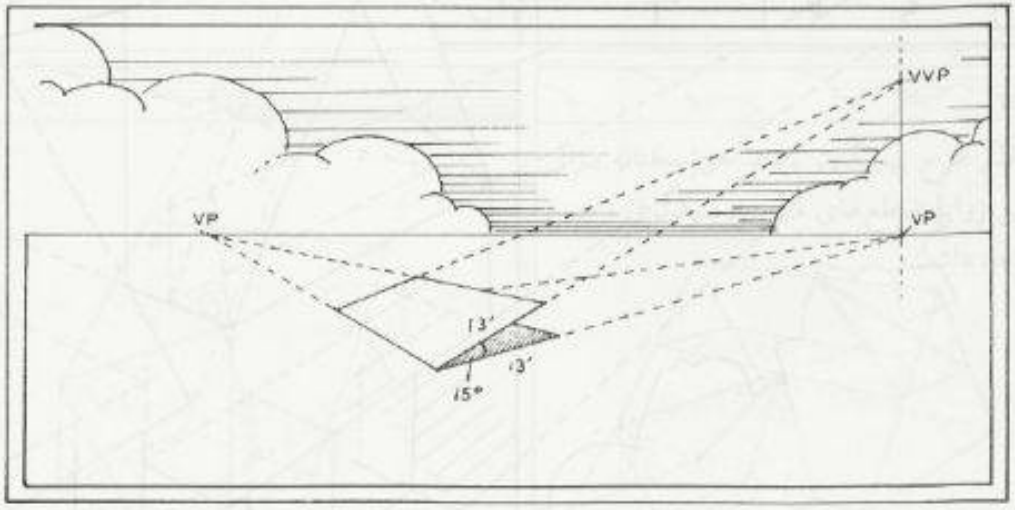
اگر نقطهٔ گریز عمودی سطح شیب دار بزرگ‌تر مشخص باشد می‌توان یک خط از بالای سطح کوچک‌تر بر زمین عمود کرد. از پای عمود به نقطه گریز افقی رفت و سپس به نقطه گریز عمودی سطح شیب دار رفت.


سطوح شیب دار

## پرسپکتیو یک زاویه با استفاده از اندازه




در پرسپکتیو سطحی که با صفحهٔ زمین زاویه می‌سازد نسبتهایش با موقعی که افقی است تفاوت دارد و این به خاطر تغییر فاصله بین شیء و بیننده است.




انسجام هندسی پرسپکتیو خطی این امکان را به وجود می‌آورد که ویژگی‌های سطح شیب‌دار به شرح زیر مشخص باشد.

۱ ـ درجهٔ زاویه شیب

۲ ـ طول و نسبت سطح شیب دار با توجه به اندازه

برای تکمیل این امر لازم است از نقاط اندازه استفاده کنیم (صفحهٔ ۶۳)

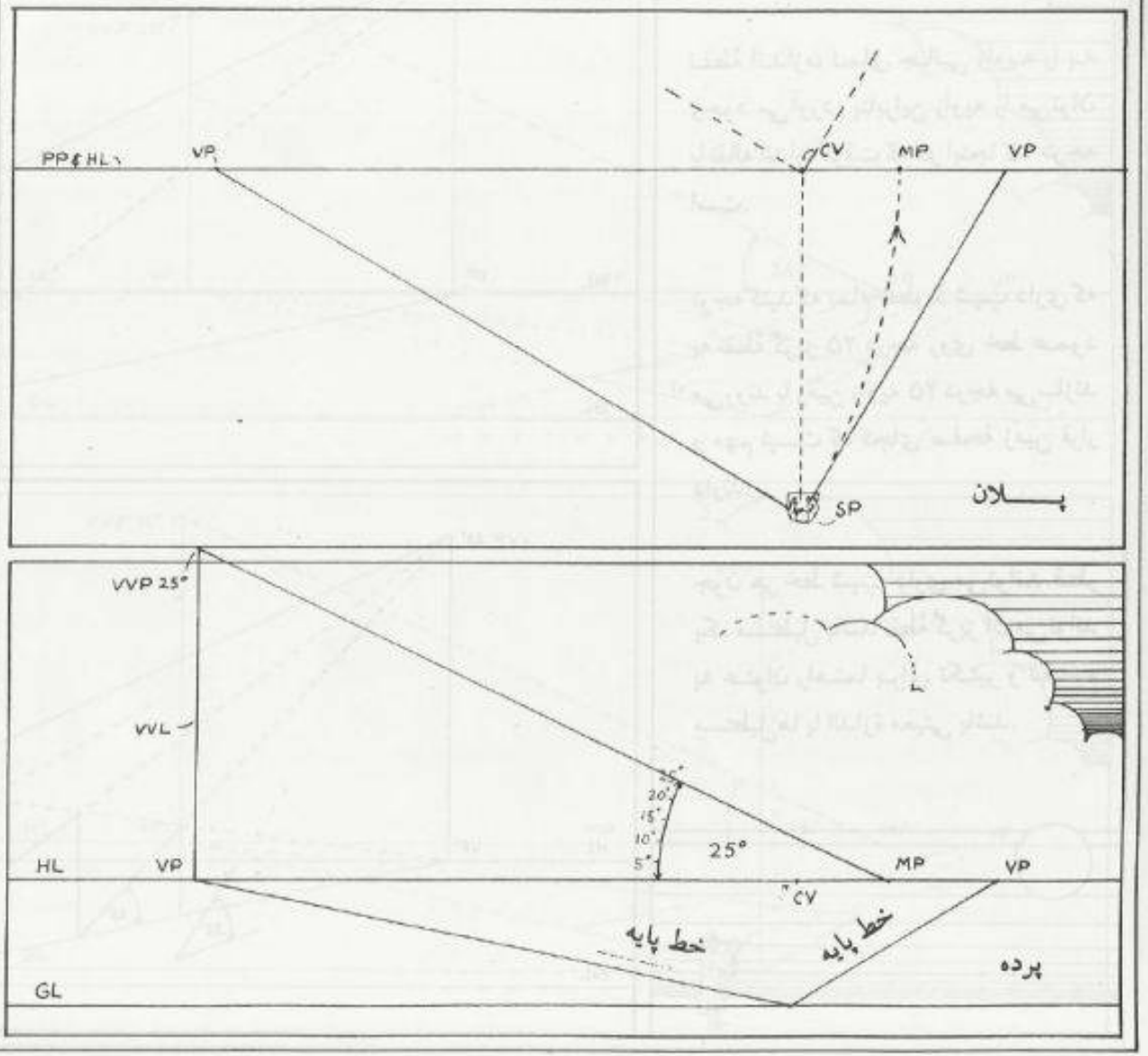
**1.**

ابتدا نقطهٔ اندازه را برای محورهایی که شیب روی آن نزول یا صعود می‌کند پیدا کنید.

به یاد دارید که از نقطهٔ گریز تا جای ناظر برابر است با از نقطهٔ گریز تا نقطهٔ اندازه (صفحهٔ ۶۳ را ببینید

**2.**

همین که نقاط گریز و نقاط اندازه را به روی خط افق انتقال دادید خط زمین را رسم کنید و خطوط پایهٔ زاویه را به ترتیب به نقاط گریزشان ببرید.
از نقطهٔ اندازه یک خط با زاویهٔ معین رسم کنید. نقطه‌ای که این خط با خط عمودی گریز برخورد می‌کند نقطه گریز عمودی را برای زاویهٔ مورد نظر مشخص می‌کند.

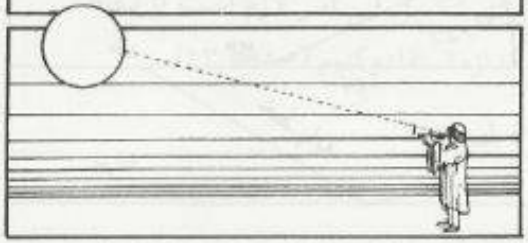


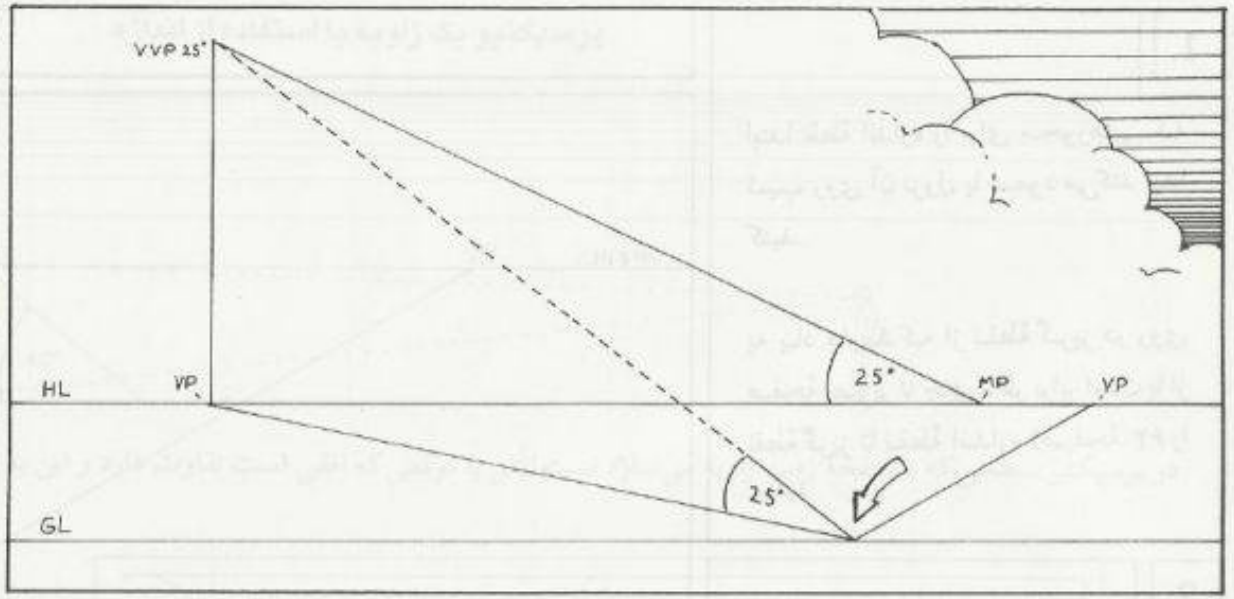
**3.**

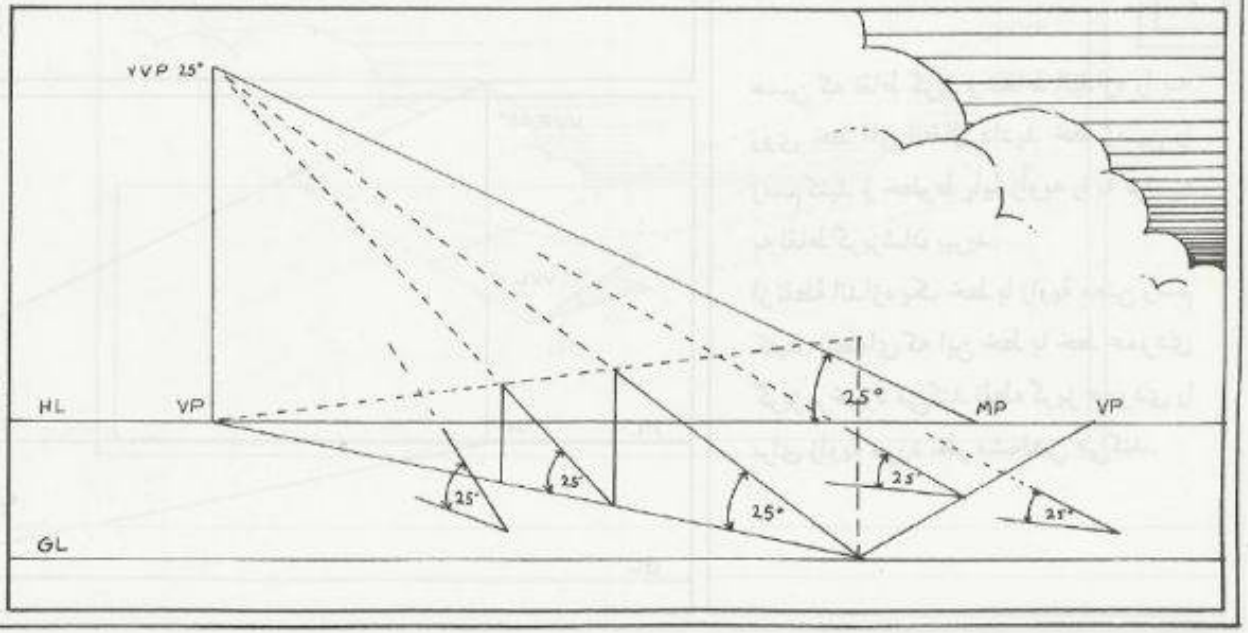
نقطهٔ اندازه، نمای جانبی زاویه را به وجود می‌آورد، بنابراین زاویه را می‌توان با نقاله اندازه گرفت که در اینجا ۲۵ درجه است.

توجه کنید که تمام خطوط شیب داری که به نقطهٔ گریز ۲۵ درجه روی خط عمود می‌روند با زمین زاویه ۲۵ درجه می‌سازند و مهم نیست که کجای صفحهٔ زمین قرار دارند.

چون هر خط شیب داری می‌تواند قطر یک مستطیل باشد نقطهٔ گریز آن می‌تواند به عنوان راهنما برای تکثیر و تقسیم مستطیل‌ها با اندازهٔ معینی باشد.





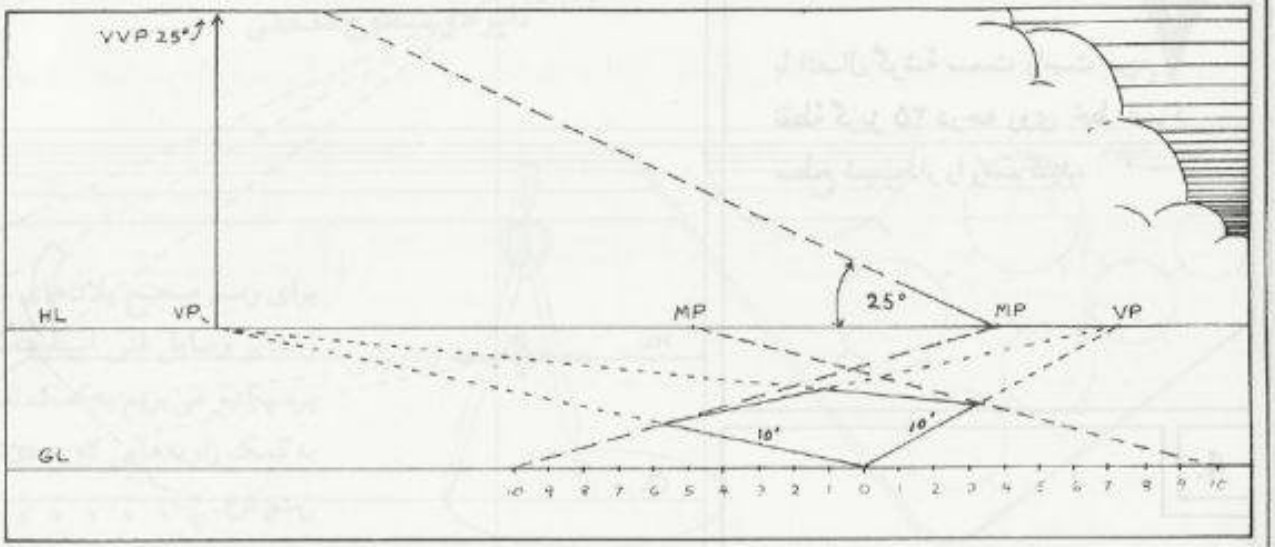



## سطح شیب‌دار در پرسپکتیو و اندازه آن

**1.**

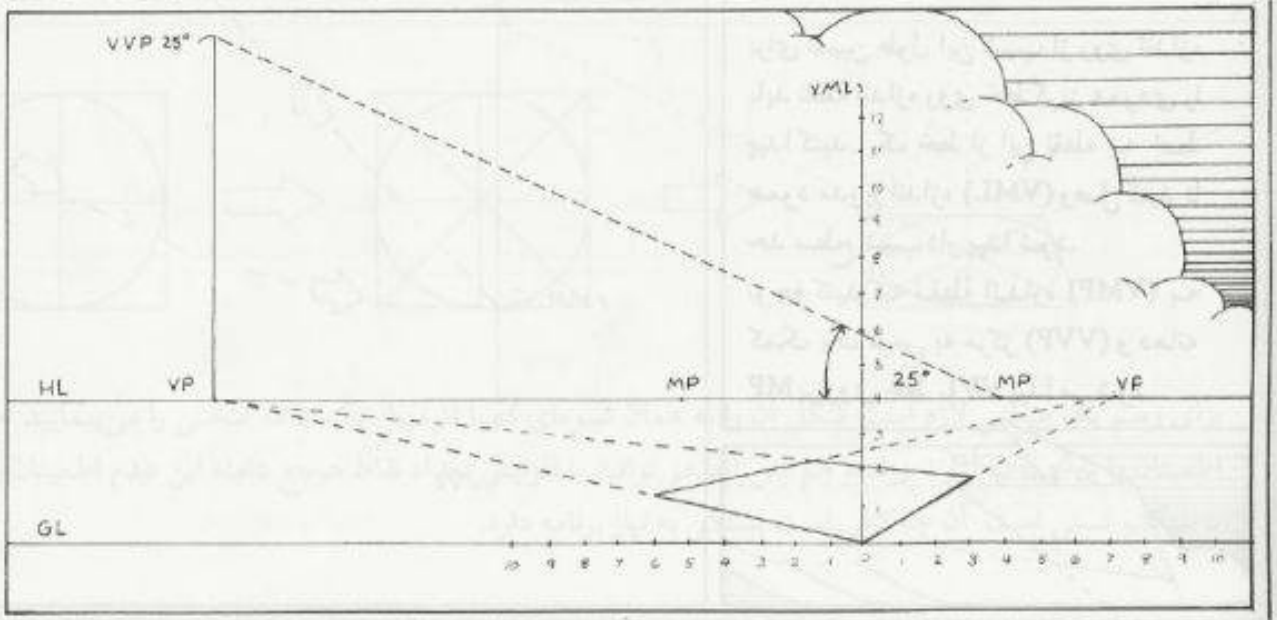
یک مربع با استفاده از اندازه‌های روی خط زمین و نقاط گریز مشخص مثل صفحهٔ ۶۴ و ۶۵ رسم کنید.

در اینجا مربع به ابعاد ۱۰×۱۰ پا است و زاویهٔ مورد نظر نیز ۲۵ درجه است.




**2.**

زاویهٔ شیب ۲۵ درجه بالاتر از خط افق است بنابراین خط عمود اندازه باید در جایی که خطوط پایه همدیگر را قطع می‌کنند عمود بر خط زمین رسم شود. این خط را همانند خط زمین تقسیم بندی کنید.

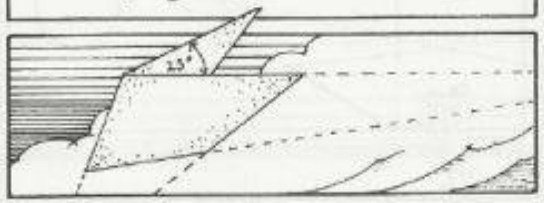


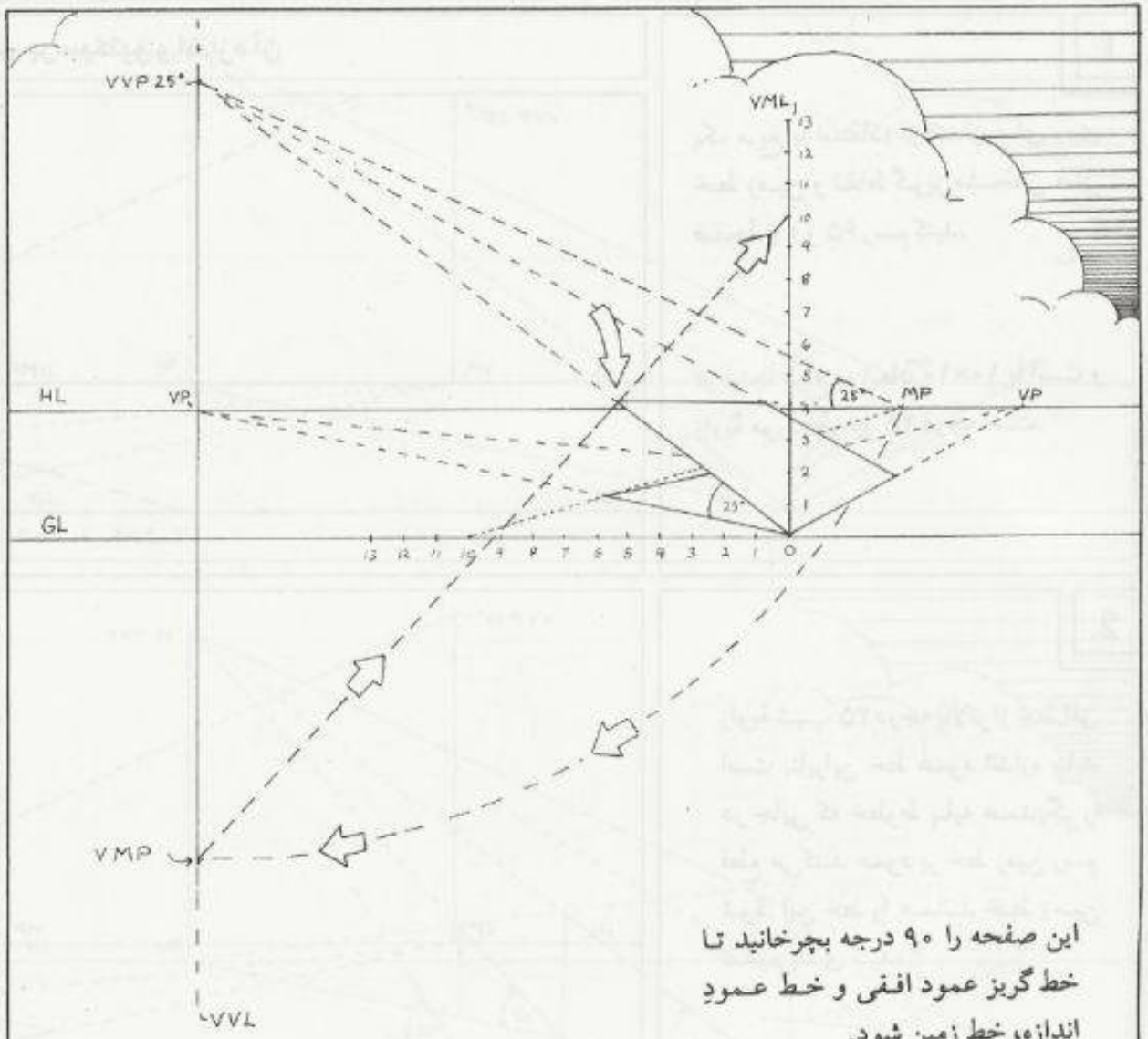
**3.**

با اتصال گوشهٔ سمت راست مربع به نقطهٔ گریز ۲۵ درجه روی خط عمود سطح شیب‌دار را رسم کنید.

**4.**

برای تعیین طول این شیب از روی اندازه باید نقطهٔ اندازه روی خط گریز عمودی را پیدا کنید. یک خط از این نقطه به خط عمود مدرج اندازه (VML) وصل کنید تا حد سطح شیب‌دار پیدا شود.
توجه کنید که نقطهٔ اندازه (VMP) به کمک یک قوس به مرکز (VVP) و دهانه MP بر روی خط VVL پیدا می‌شود.



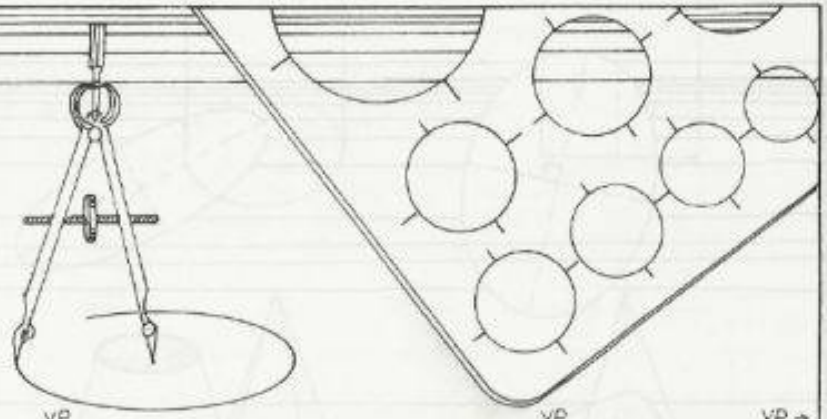



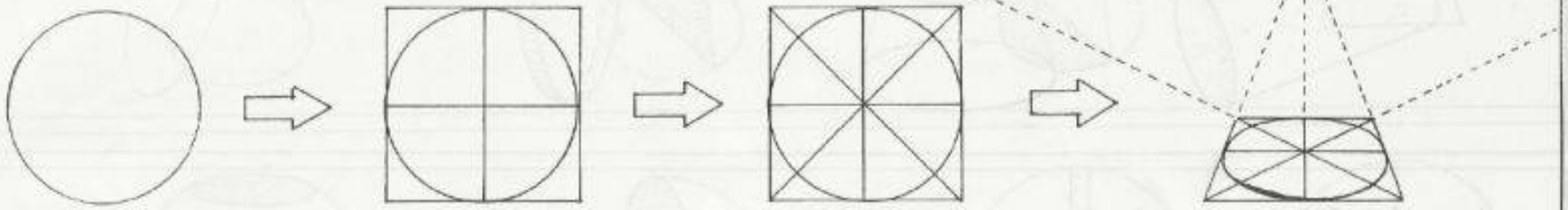

این صفحه را ۹۰ درجه بچرخانید تا خط گریز عمود افقی و خط عمودِ اندازه، خط زمین شود.

# ۷

## دایره و سطوح منحنی

برای رسم صحیح پلان‌های دایره شکل و منحنی می‌توان از پرگار، شابلن و سایر وسایل فنی استفاده کرد. وقتی دایره و سایر منحنی‌ها را به پرسپکتیو می‌بریم به کمک نقاط مرجعی که روی خط مستقیم قرار دارد و به کمک زاویه‌هایی که به درستی قابل اندازه‌گیری هستند می‌توان آنها را رسم کرد.

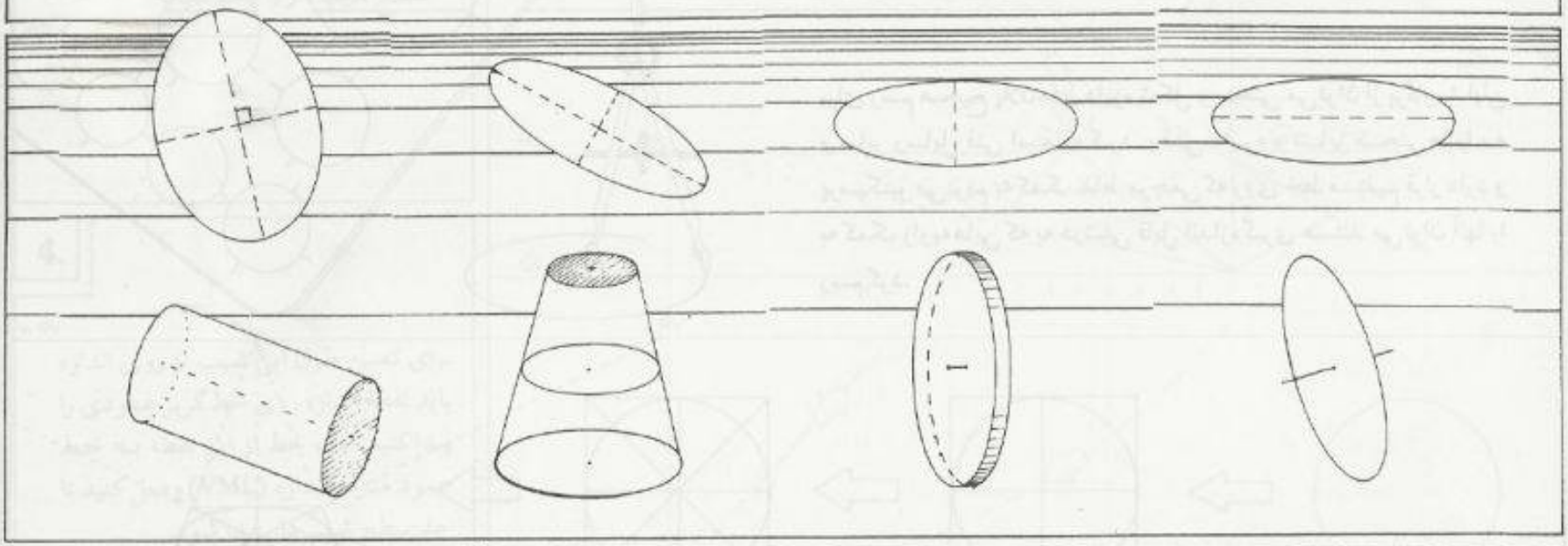


برای رسم یک منحنی لازم است شکل آن را به همان شیوه‌ای که با اتومبیل یک جاده منحنی را می‌پیمایید حس کنید. حتی ریاضی‌دانها هم باید این عدم اطمینان را به حساب آورند و شما هم مثل آنها می‌توانید با افزایش تعداد نقاط مرجع دامنه این عدم اطمینان را کاهش دهید. صحت دایره‌ها و منحنی‌ها در پرسپکتیو نسبی است. آن چه کافی است بستگی به نیاز برنامه دارد.

## دایره

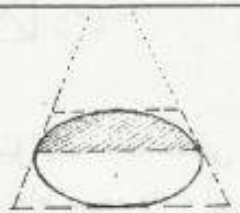
دایره نیز مانند مربع پایه‌ای است برای انواع فرمهای پیچیده‌تر نظیر مخروط، استوانه، کره و مشتقات آنها. دیدن دایره در این فرمهای مختلف ضروری است و می‌تواند کمکی برای رسم آنها باشد.



برابر

بیضی منظم

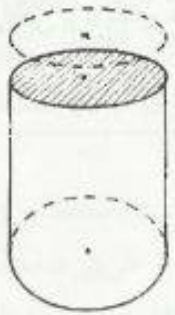
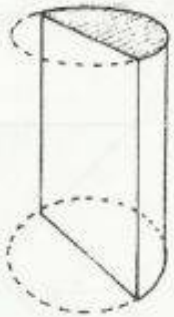
نابرابر

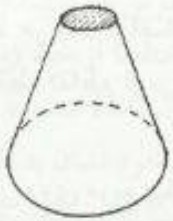
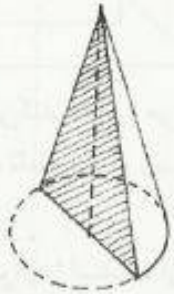
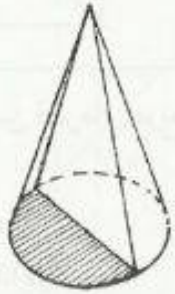


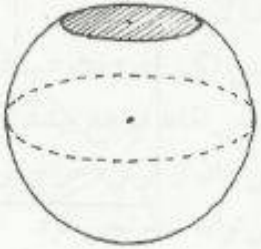
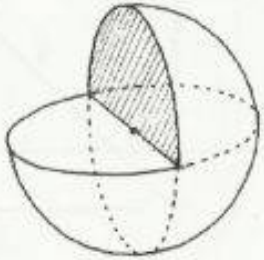
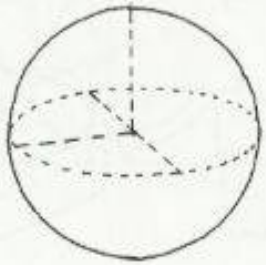
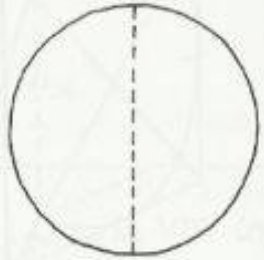
بیضی پرسپکتیوی

برای رسم سریع پرسپکتیو دایره بهتر است همانطور که در بالا می‌بینید آن را به شکل بیضی منظم نشان دهیم، هر چند که یک بیضی منظم اصل بزرگ بودن شیء نزدیک و کوچک بودن آن را در دور نقض می‌کند.

## فرمهایی بر اساس دایره

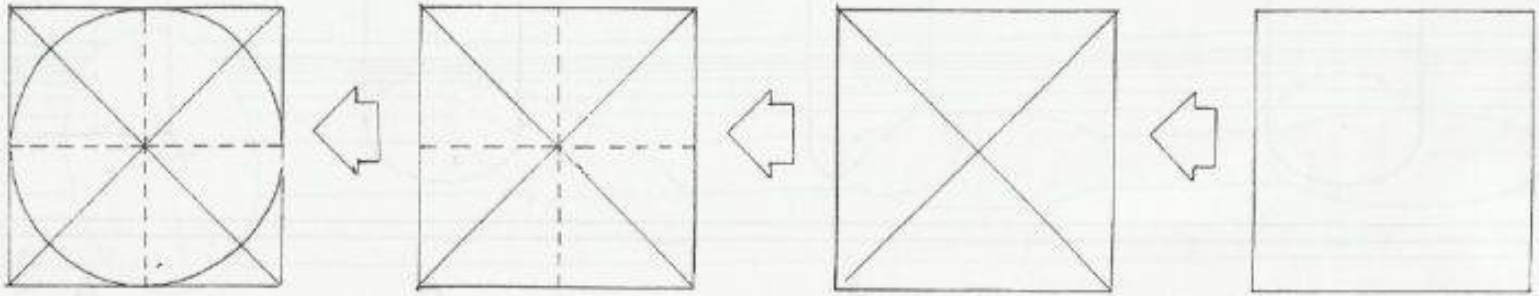



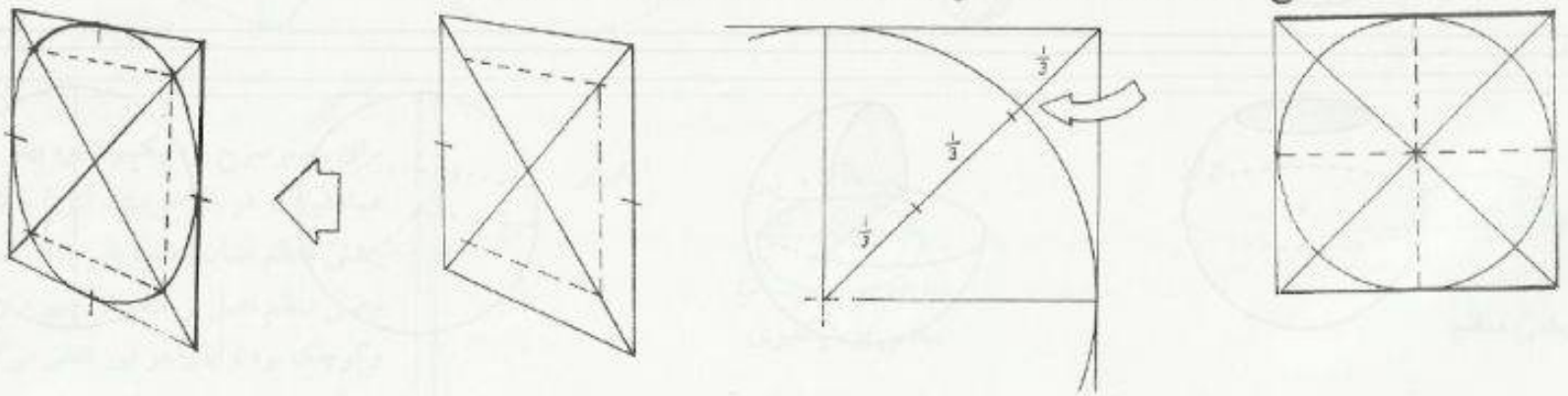
## رسم دایره در داخل مربع

عملی‌ترین شیوهٔ طراحی پرسپکتیو دایره رسم آن در داخل پرسپکتیو مربع است. مربع پرسپکتیوی را می‌توان رسم کرد و نقاط مرجع لازم برای قوسهای دایره را روی آن پیدا کرد.



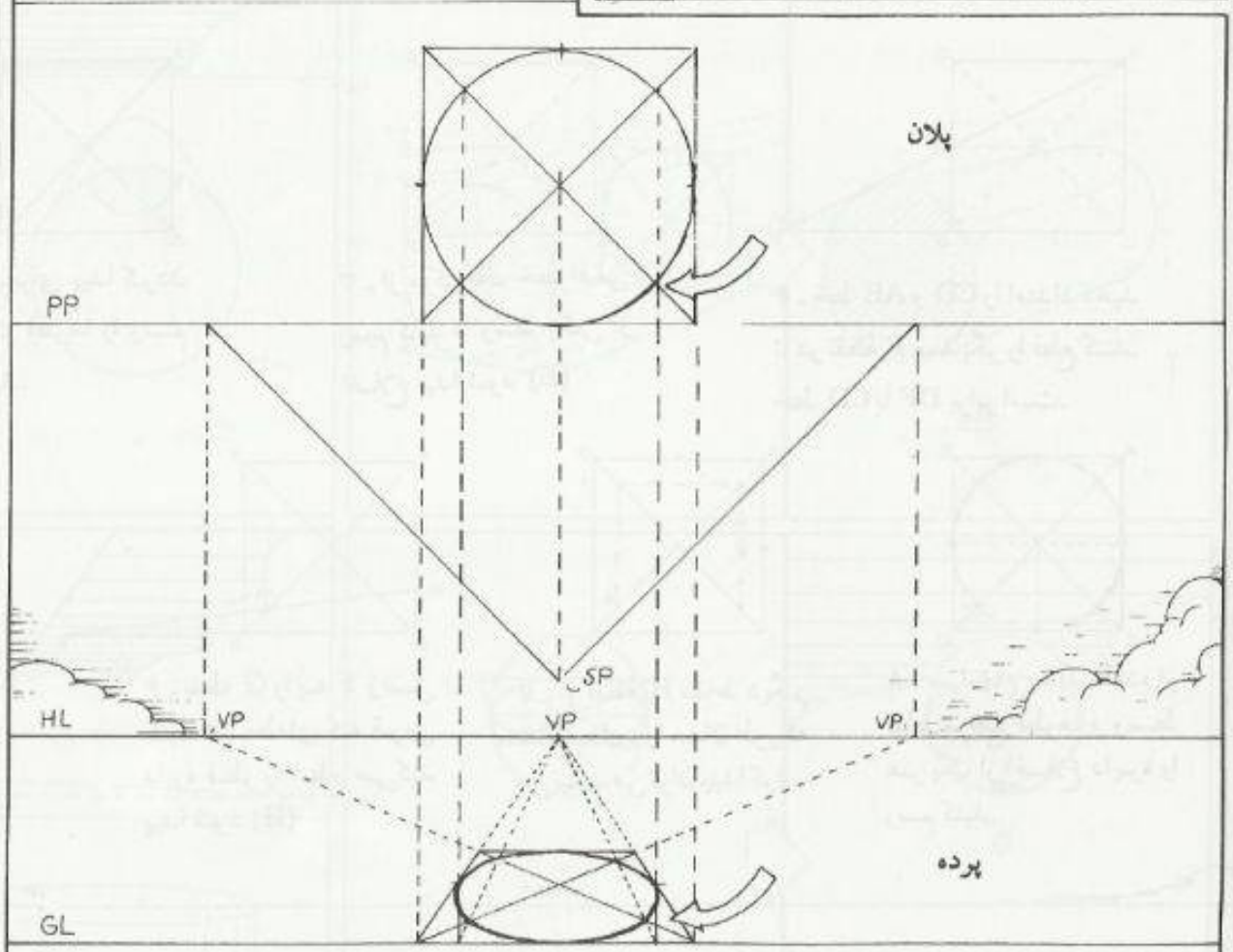
قوس دایره با وسط هر یک از اضلاع مربعی که آن را احاطه می‌کند مماس می‌شود. قوس دایره همچنین قطرهای مربع را در $\frac{2}{3}$ فاصله از مرکز قطع می‌کند. با تخمین جای این نقطه تقاطع قوس را می‌توان با استفاده از سه نقطهٔ مرجع رسم کرد.

همین که جای قوس روی مربع پیدا شد سه نقطهٔ دیگر را می‌توان با استفاده از نقاط گریز و عمودها پیدا کرد.



اطلبوا العلم من المهد الی اللحد

## پرسپکتیو دایره با استفاده از پلان




پلان VIW پلهٔ مارپیچ را در صفحهٔ ۲۱۰ و ۲۱۱ ببینید.

شیوهٔ دیگر طراحی پرسپکتیو دایره که نیاز به حداقل کمتری دارد انتقال دایره از پلان به پرسپکتیو است. درست همانطور که قبلاً با مستطیل و مربع انجام دادیم.

در این شیوه نقاط روی قوس دایره را می‌توان از طریق صفحهٔ تصویر به خط زمین منتقل نمود و به طور صحیح آنها را مشخص کرد.

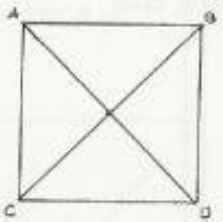
در این نمونه خط‌هایی از نقاط برخورد قطر با قوس رسم شده‌اند. در حالی که همین خط‌ها از خط زمین به نقاط دیگر گریز برگردانده شده تا قطرها را در جای صحیح خود نشان بدهند.

عملاً پیدا کردن تنها یکی از این تقاطع‌ها کافی است زیرا بقیه را می‌توان از پرده پیدا کرد.

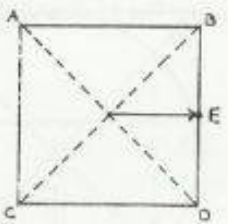
حتی اگر به دقت بیشتری نیاز هست (یعنی نقاط مرجع بیشتر) خطوط بیشتری می‌توان از قوس اخراج کرد. دایره را حتی می‌توان شطرنجی کرد.

شیوه سوم رسم پرسپکتیو دایره با استفاده از مربع متضمن تعیین نقاطی است که در آن‌جا قطرهای مربع قوس دایره را قطع می‌کنند.

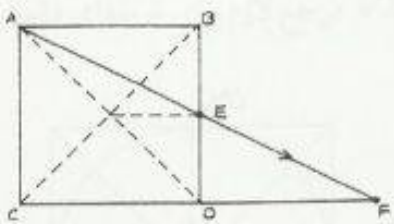
۱ ـ یک مربع رسم کنید



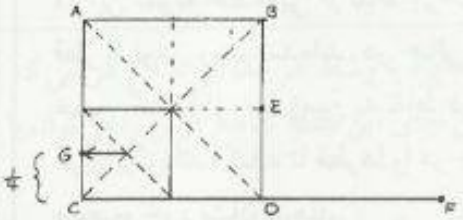

۲ ـ برای پیدا کردن مرکز قطرها را رسم کنید.



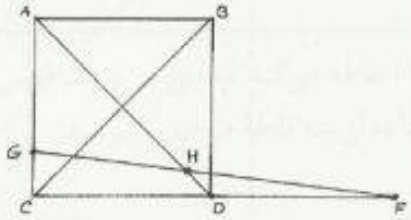

۳ ـ از مرکز یک خط افقی رسم کنید تا وسط یکی از اضلاع پیدا شود (E)



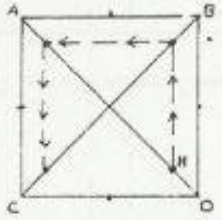

۴ ـ خط AE و CD را امتداد دهید تا در نقطهٔ F همدیگر را قطع کنند. خط CD با DF برابر است.



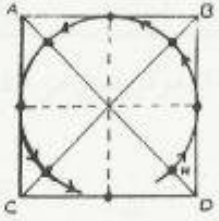

۵ ـ با استفاده از قطرها مرکز مربع ربعی را پیدا کنید (G)



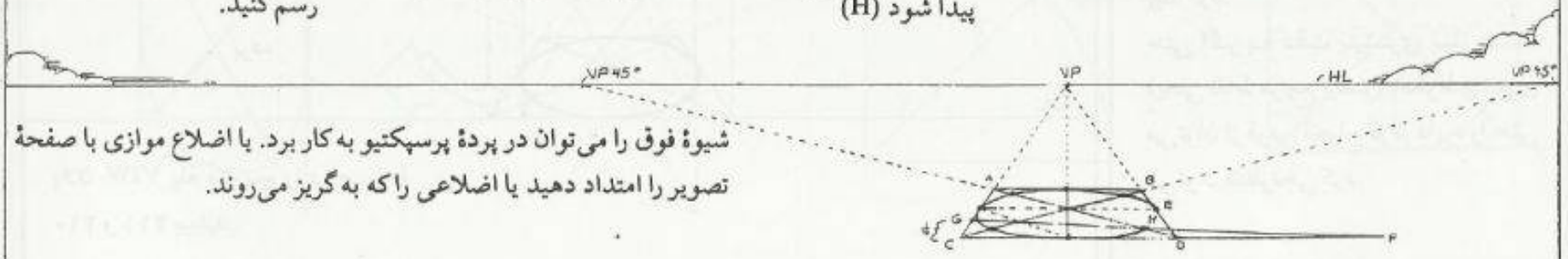

۶ ـ نقطه G را به F وصل کنید تا نقطه‌ای که قوس دایره قطر را قطع می‌کند پیدا شود (H)



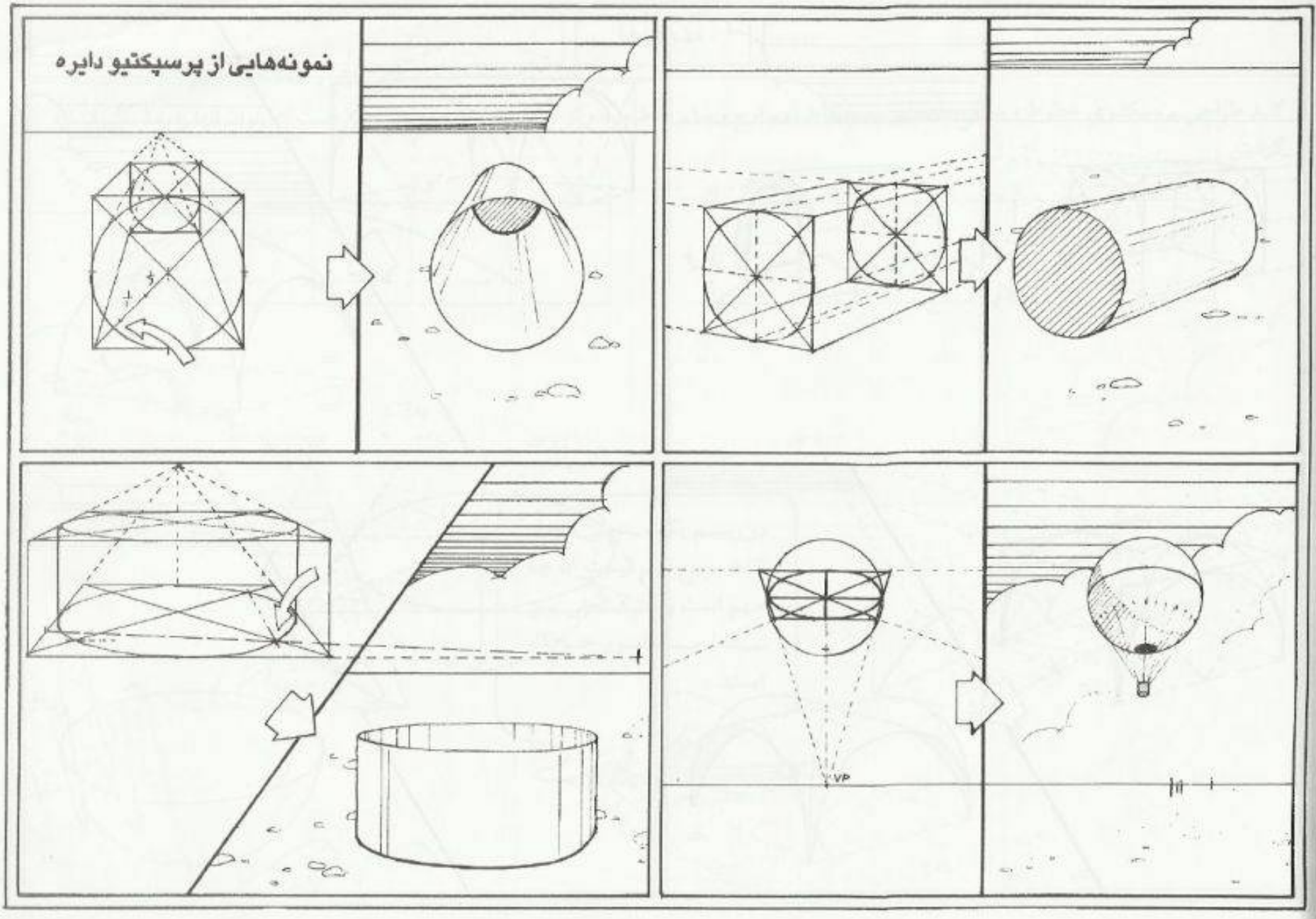

۷ ـ از نقطهٔ H نقاط دیگر تقاطع دایره را همان طور که می‌بینید می‌توان پیدا کرد.

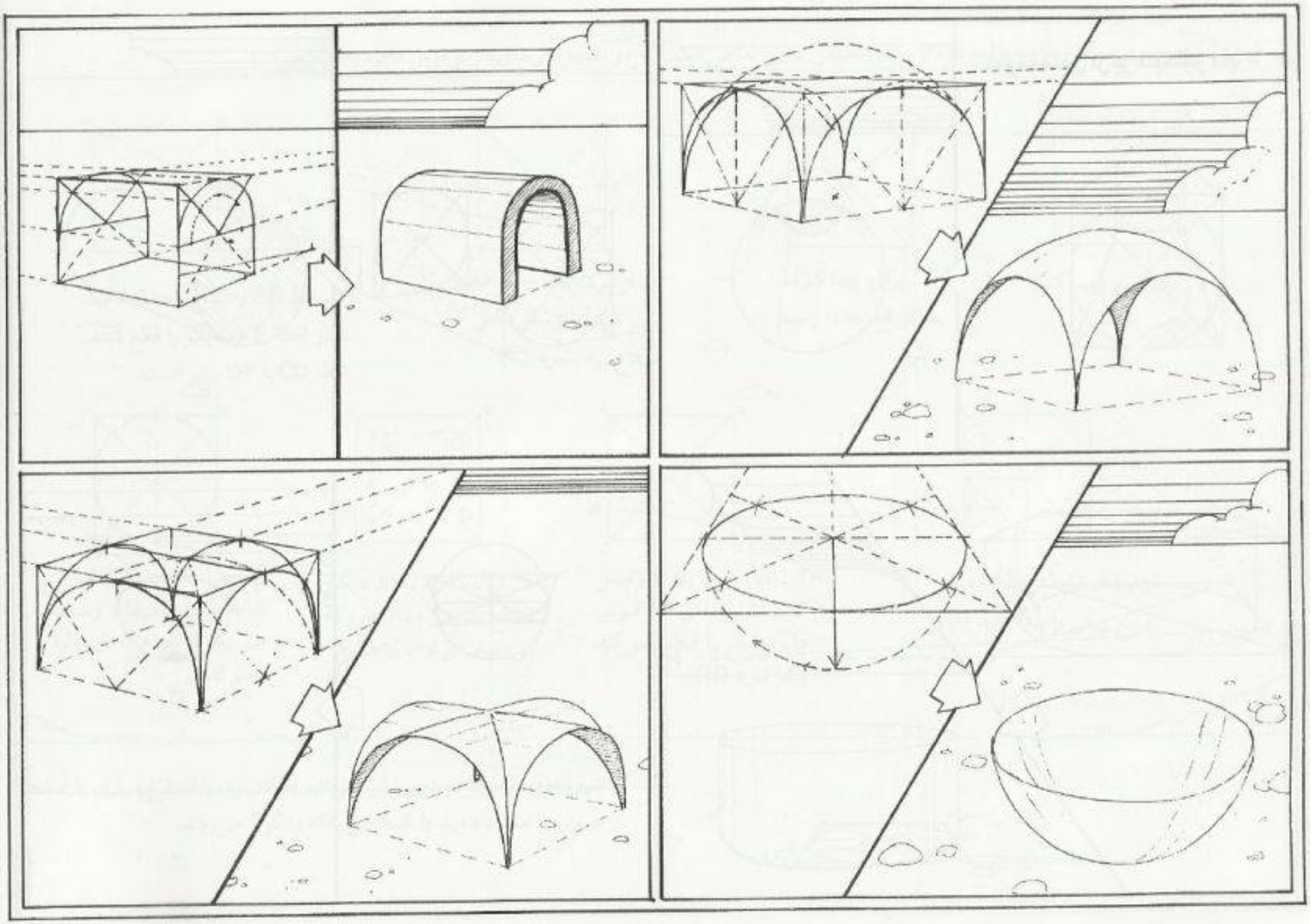



۸ ـ سرانجام با استفاده از نقاط مرجع قطرها و وسط هر یک از اضلاع دایره را رسم کنید.



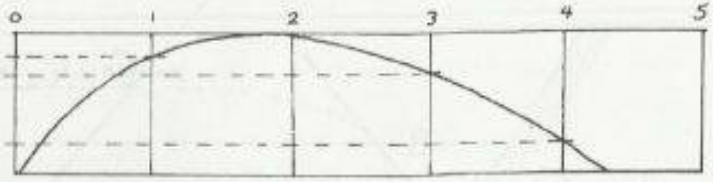

شیوهٔ فوق را می‌توان در پردهٔ پرسپکتیو به کار برد. یا اضلاع موازی با صفحهٔ تصویر را امتداد دهید یا اضلاعی را که به گریز می‌روند.

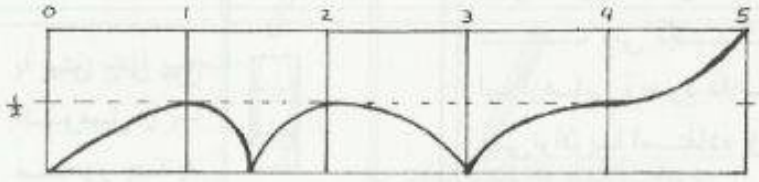

نمونه‌هایی از پرسپکتیو دایره
VP

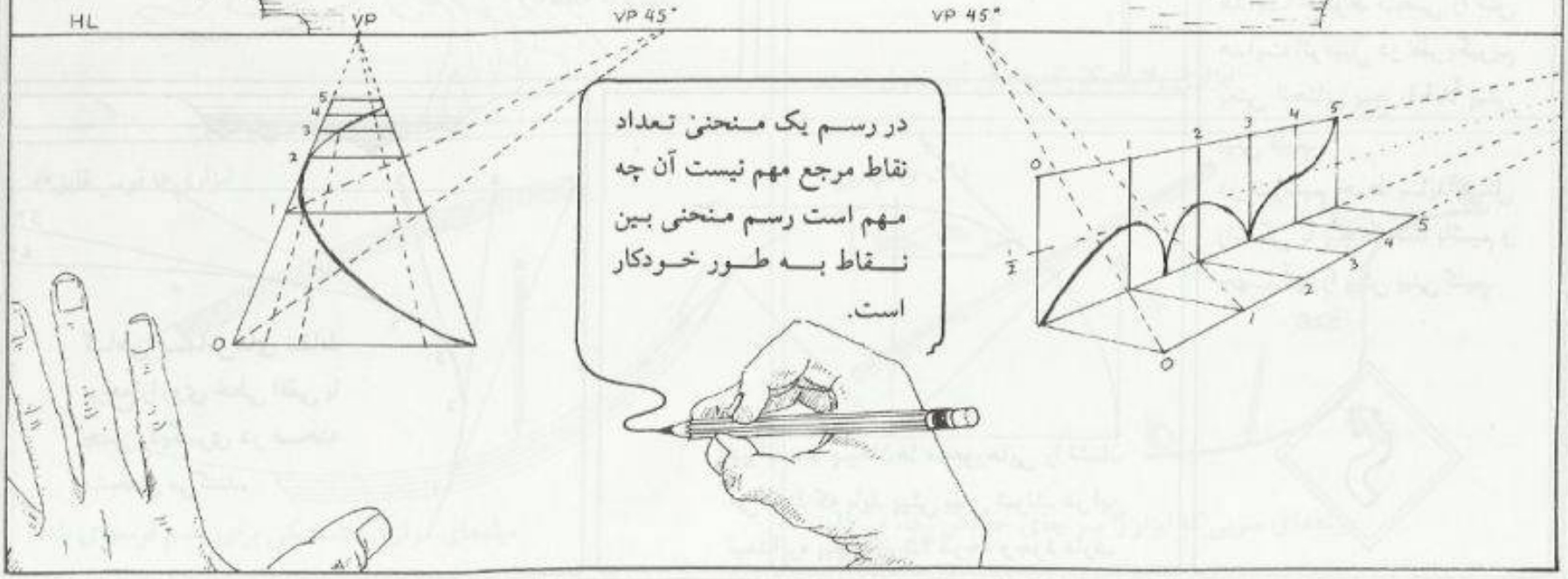


## منحنی‌ها

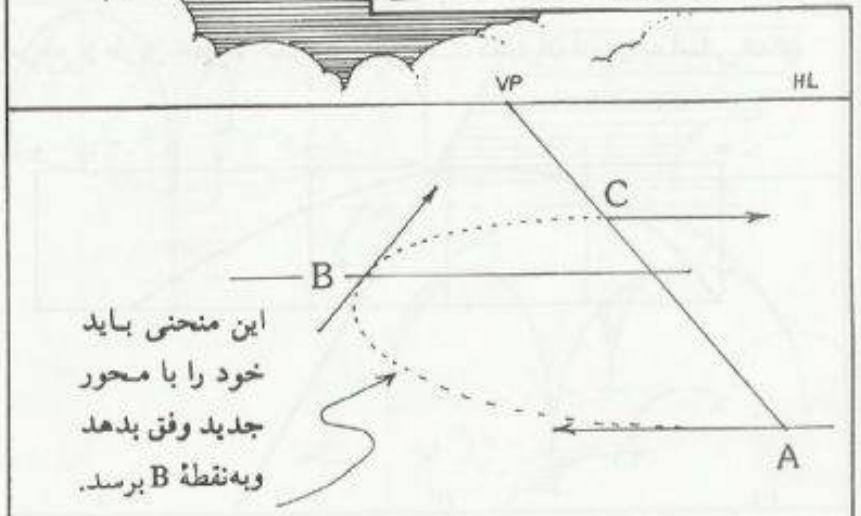
کلید طراحی پرسپکتیویِ خطوط و سطوح منحنی رسم نقاط مهم اوج و سایر نقاط مرجع از طریق خطوط عمود بر همی است که بتوان آنها را به آسانی اندازه گرفت.



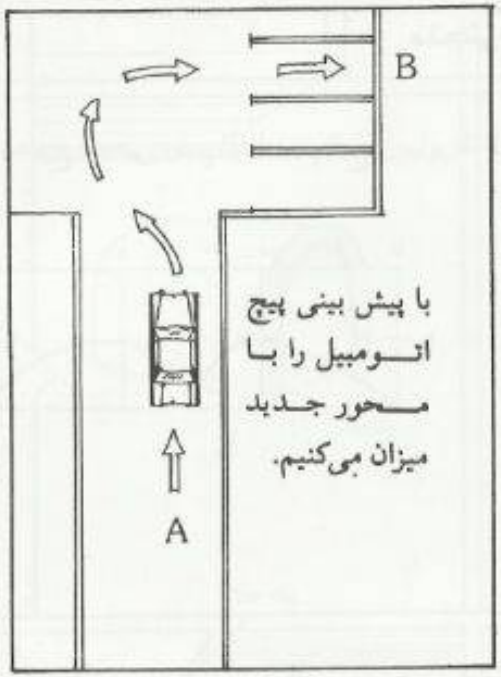



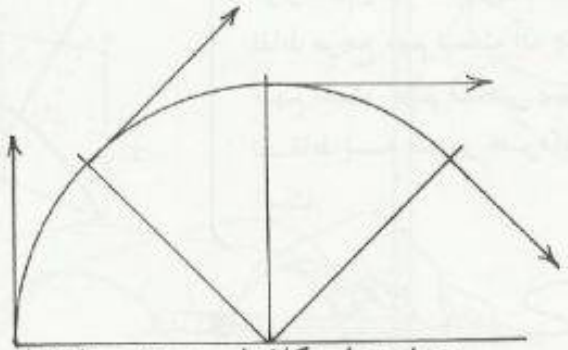
## ابزارهای تکنیک‌ها
## برای رسم منحنی‌ها



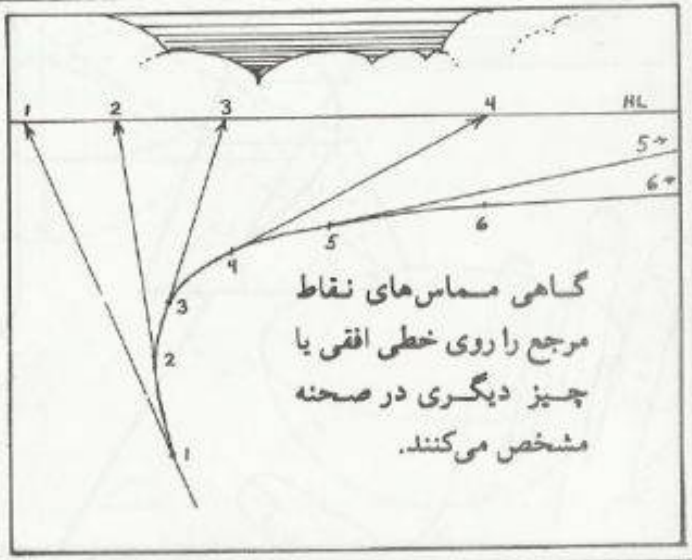

این منحنی باید خود را با محور جدید وفق بدهد وبه‌نقطهٔ B برسد.




با پیش بینی پیچ اتومبیل را با محور جدید میزان می‌کنیم.



در اینجا پیکان‌ها محورهایی را نشان می‌دهند که باید پیش بینی شوند. در این نیمدایره پیچ‌های ۴۵ درجه وجود دارد.




گاهی مماس‌های نقاط مرجع را روی خطی افقی یا چیز دیگری در صحنه مشخص می‌کنند.

درستی یک منحنی را با ایجاد نقاط مرجع بیشتر می‌توان افزایش داد. در حالی که این عمل همواره عملی و یا ممکن نیست ولی تکنیک‌ها و ابزارهایی وجود دارند که می‌توان با استفاده از آنها خطوط منحنی را در بین نقاط شاخص هدایت کرد.

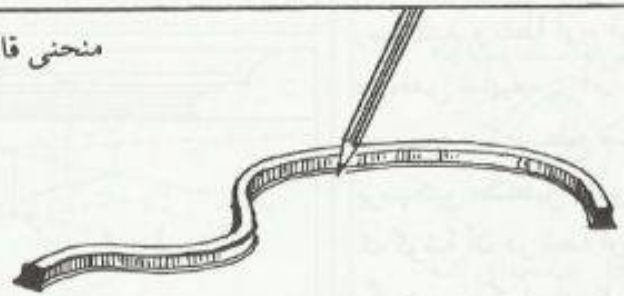
از نظر اصولی بهتر است هدایت خطوط منحنی را مثل هدایت اتومبیل در نظر بگیریم یعنی انحنای پیچ را قبلاً پیش بینی کنیم.

در ترسیم خط باید مثل رانندگی با پیچ‌ها آشنا باشیم و جهت آنها را پیش بینی کنیم.

## ابزارهای ترسیم خطوط منحنی

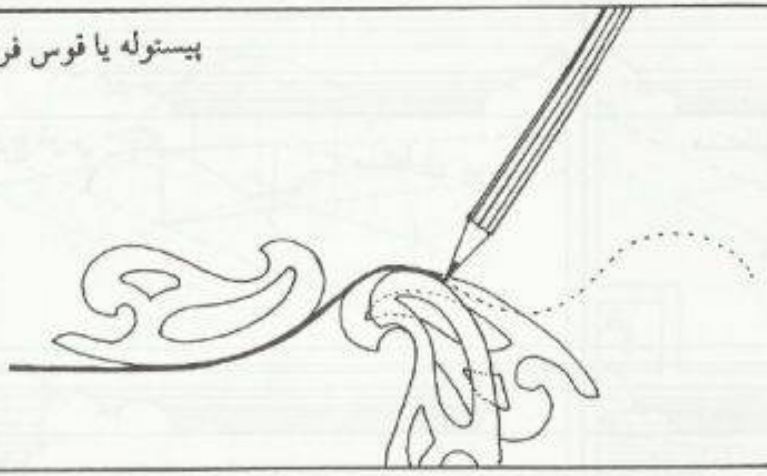
ابزارهای زیادی برای رسم خطوط منحنی ساخته شده است که هر یک محاسن و معایب خود را دارد. در بعضی موارد لازم است که از ابداعات خودتان استفاده کنید.

منحنی قابل تغییر

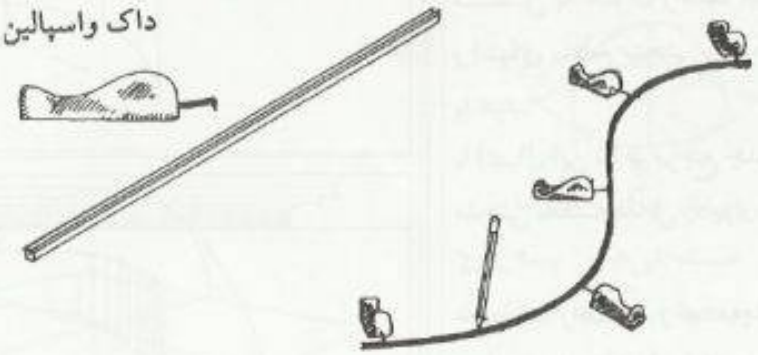


ابزاری پلاستیکی که داخل آن مفتول است.

پیستوله یا قوس فرانسوی

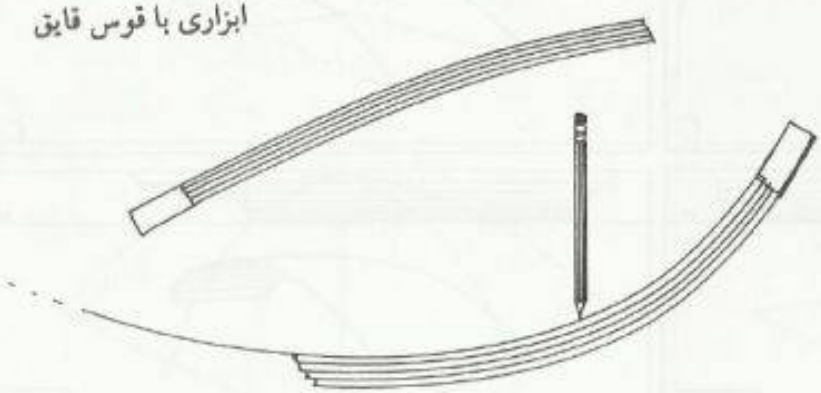


داک واسپالین



وزنه‌های سربی که ابزار را سر جای خودش نگاه می‌دارد.

ابزاری با قوس قایق



میله‌های موازی پلاستیکی برای رسم قوسهای بلند.

## طراحی سطوح منحنی روی یک محور

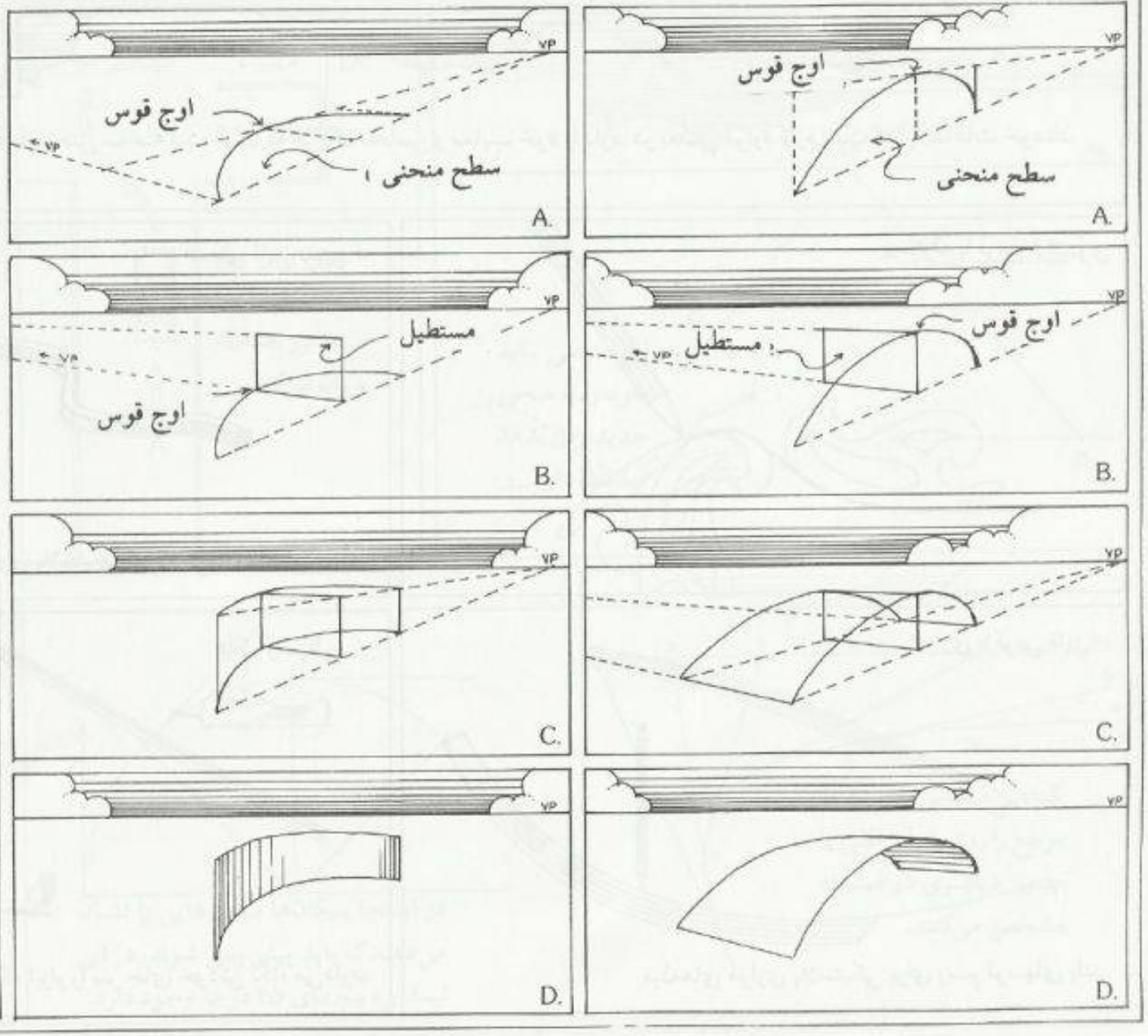
یک مستطیل به عنوان مرجع رسم کنید و نقطهٔ اوج قوس را مشخص نمایید.

عمود بر سطح منحنی پرسپکتیو مستطیل عمودی را که گوشهٔ آن در نقطهٔ اوج قرار بگیرد رسم کنید. این مستطیل پهنای سطح منحنی را معلوم می‌کند.

با استفاده از گوشه‌های مستطیل به عنوان راهنما ابتدا و انتهای سطح منحنی را شکل بدهید.

با اتصال این نقاط مرجع جدید منحنی سمت مقابل را نیز رسم کنید.

خطوط راهنما و همچنین خطوط پشت سطح منحنی را پاک کنید.



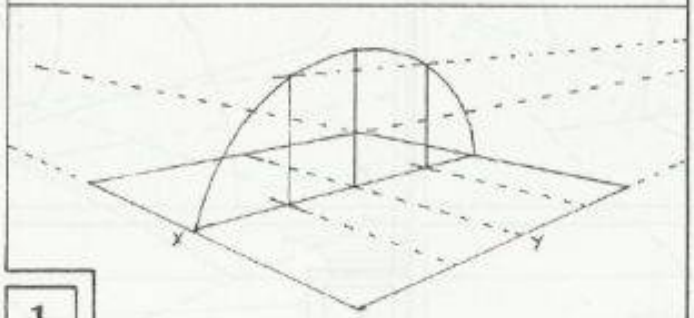
## طراحی سطوح منحنی در دو محور

سطوحی که روی دو محور انحنا دارند می‌توانند بنا به

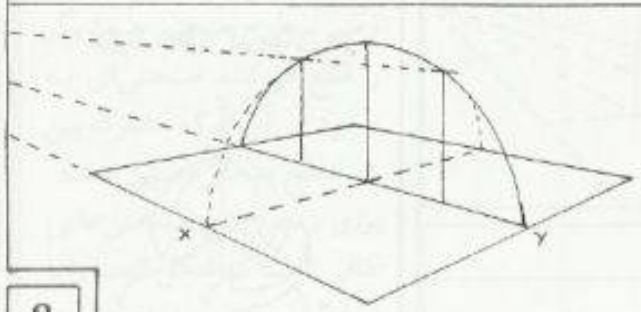
شکل صفحه‌ای که روی آن قرار گرفته‌اند انحناهای اضافی به وجود بیاورند.

ببینید چگونه قطرها منحنی‌هایی به وجود می‌آورند که با منحنی‌های روی محورهای X و Y متفاوتند.

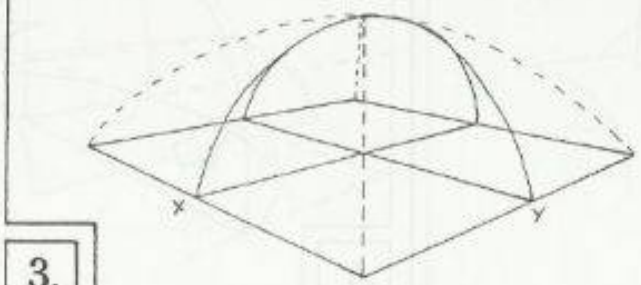
1.



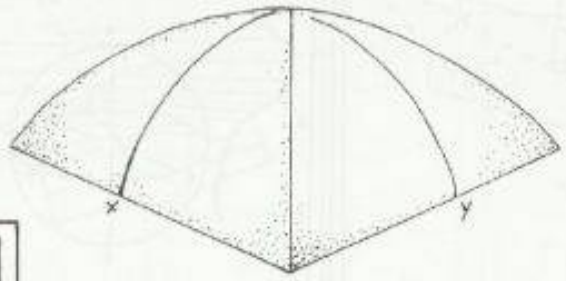

2.




3.

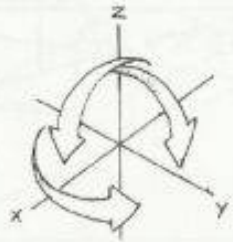



4.

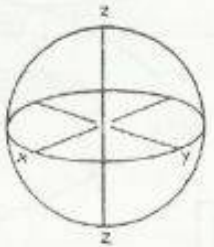


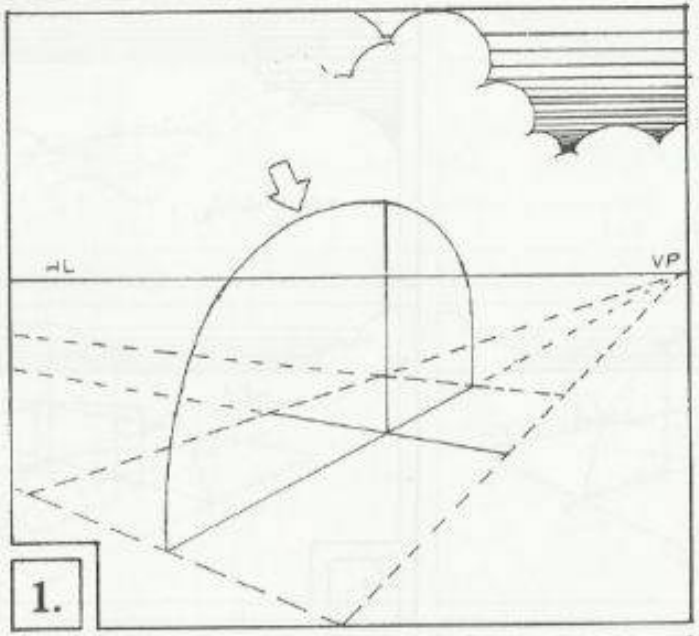
## طراحی سطوح منحنی روی سه محور

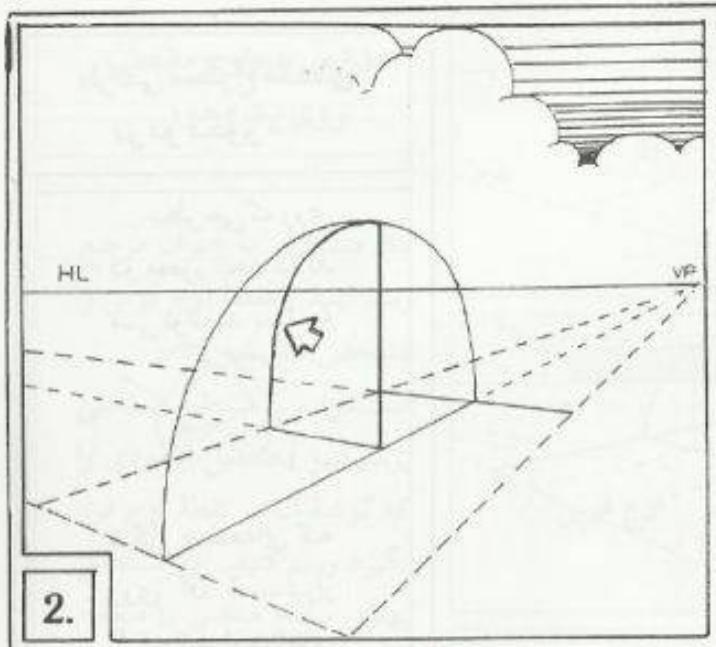
سطوحی که روی سه محور عمود بر هم انحنا دارند نظیر فرمهای دو

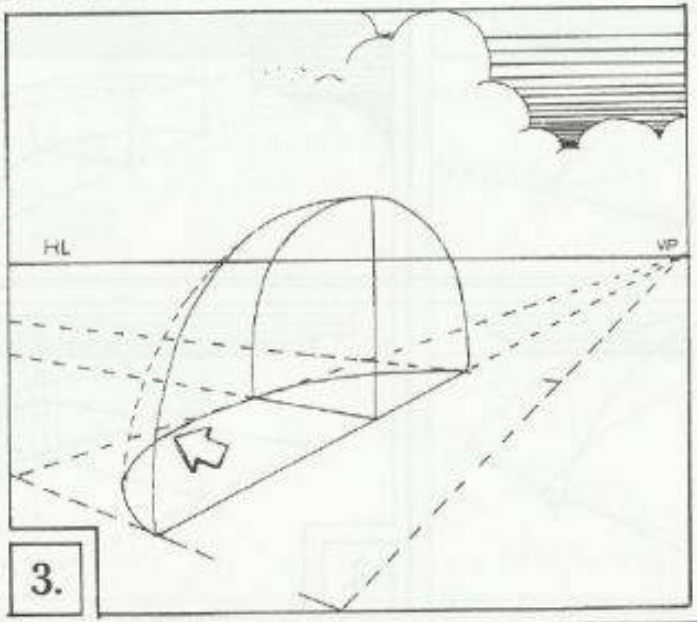


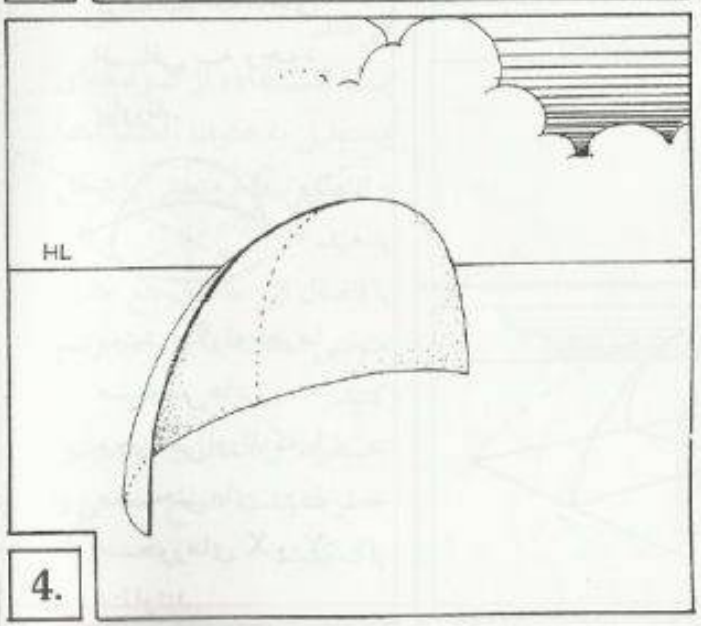

انحنایی هستند که روی سطحی منحنی قرار می‌گیرند. اگر همهٔ قوسها مثل هم باشند فرم حاصله کره یا بخشی از کره خواهد بود.



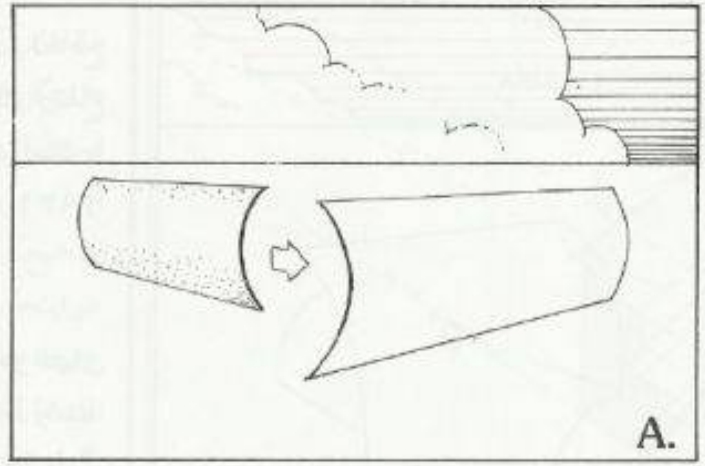



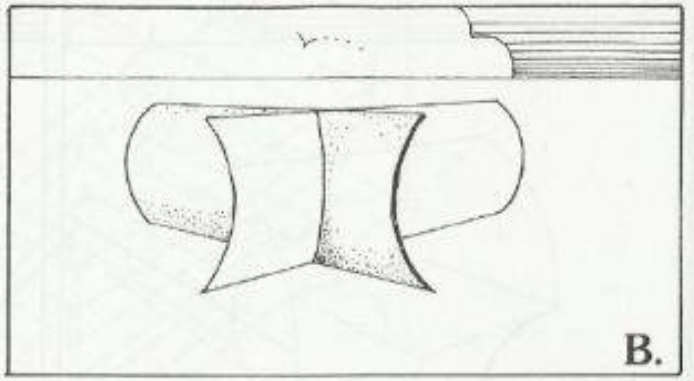



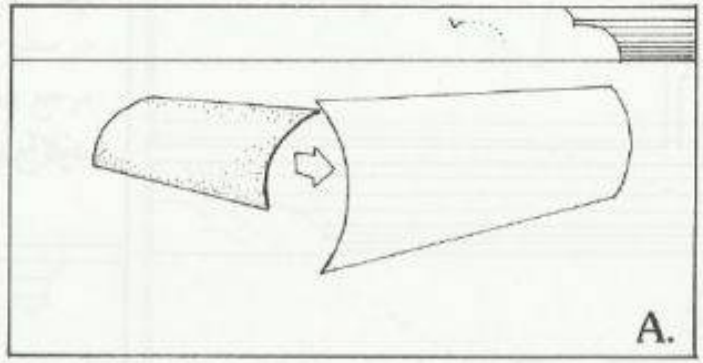



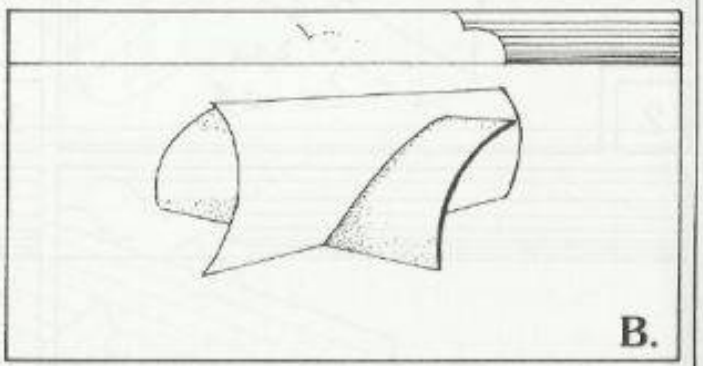



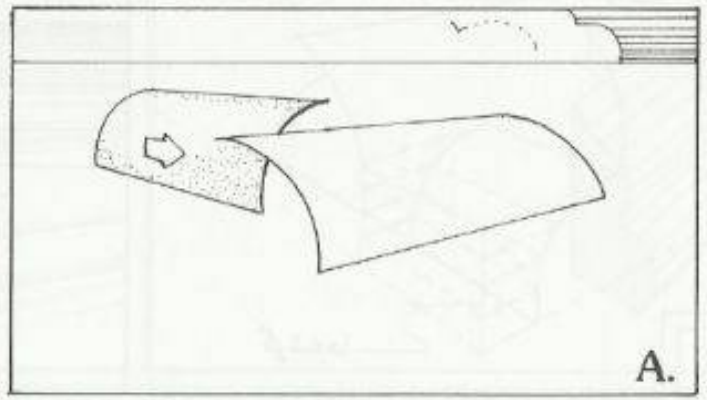
## تقاطع سطوح منحنی

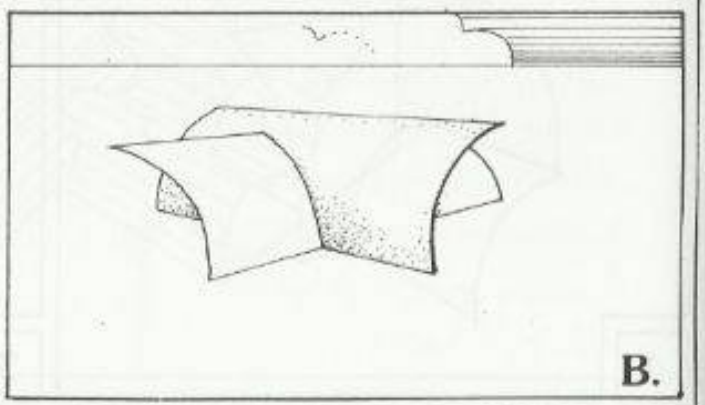


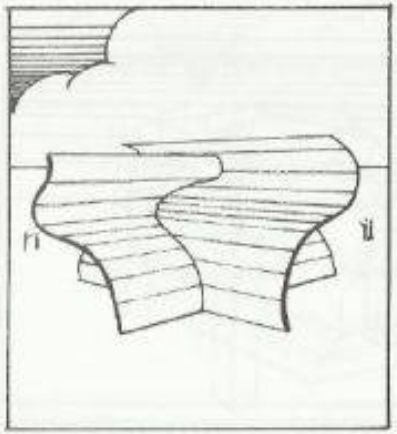



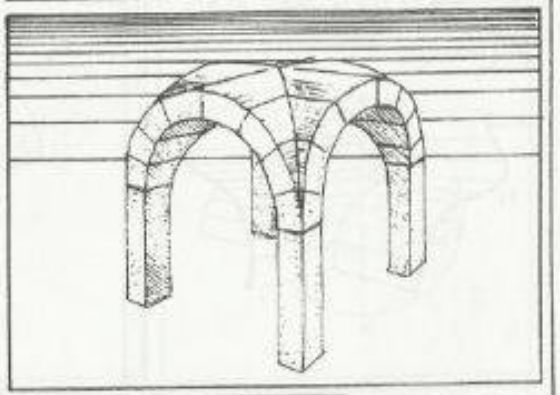

سطوح منحنی وقتی با هم برخورد می‌کنند محل برخوردشان منحنی خواهد بود.
وقتی سطوح منحنی همدیگر را قطع می‌کنند منحنی‌ای به وجود می‌آورند که مشترک بین دو سطح منحنی اصلی است.
برای رسم چنین منحنی‌هایی کافی است که شکل انحنا را با تقاطع سطوح متعدد تختِ تخیلی پیدا کنیم و سعی کنیم یک منحنی مشترک روی خطوط راست رسم کنیم.

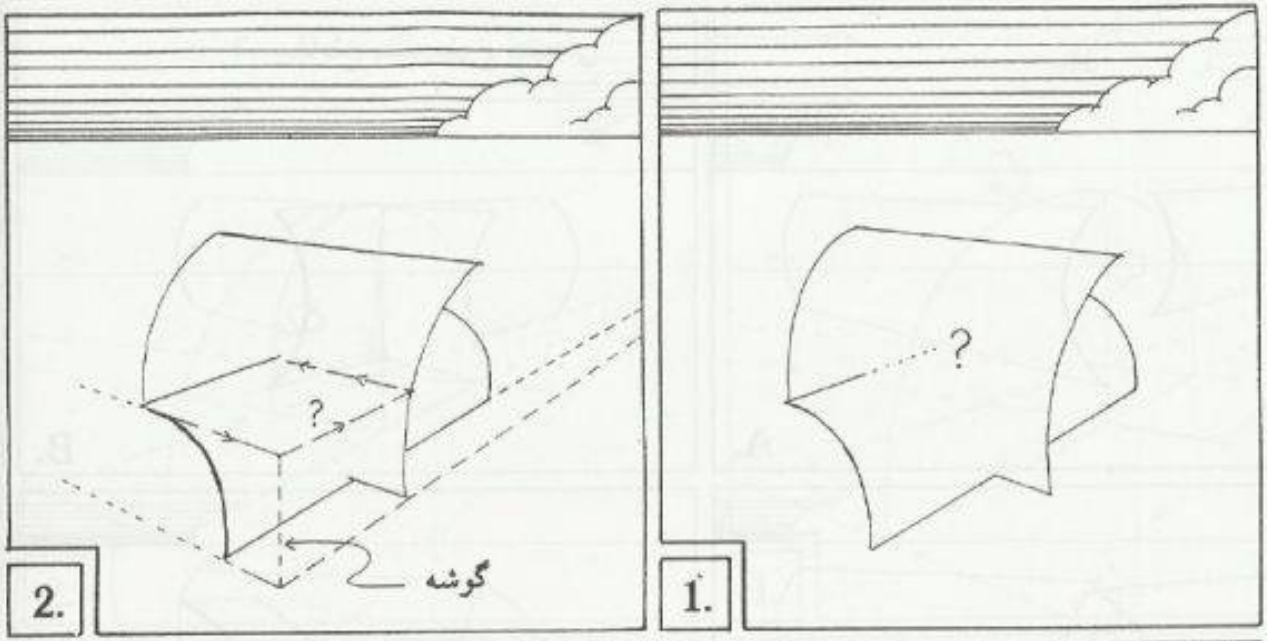


صحیح‌ترین راه برای رسم تقاطع سطوح به کارگیری شیوهٔ انتقال ارتفاع سطح کوچک‌تر به سطح بزرگ‌تر است با استفاده از گوشه. صفحهٔ ۸۸ تا ۹۲ را ببینید.

با تعیین نقاط مرجع هر کدام از دو انتهای سطوح منحنی و تکرار روند، نقاط راهنما برای منحنی مشترک را می‌توان در طول تقاطع رسم کرد.

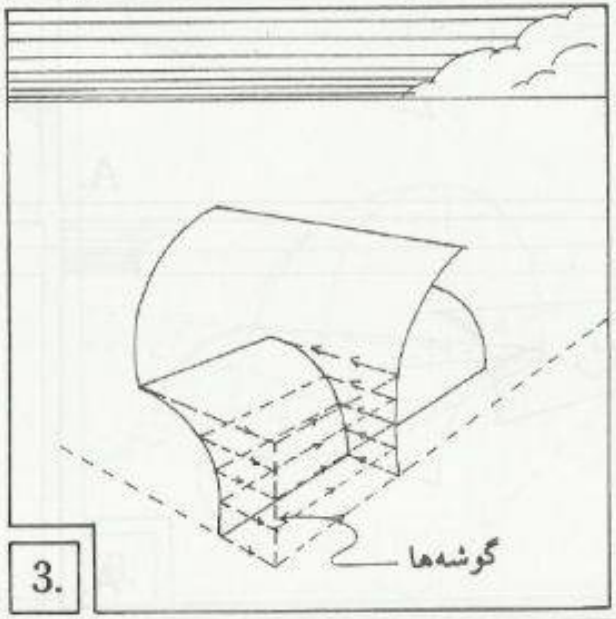
توجه: هر یک از نقاط مرجع عملاً گوشهٔ یک سطح افقی جداگانه است.

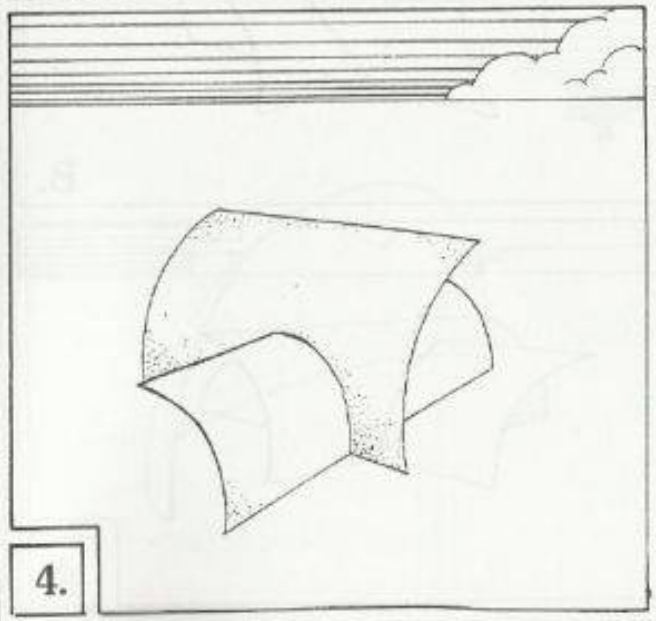








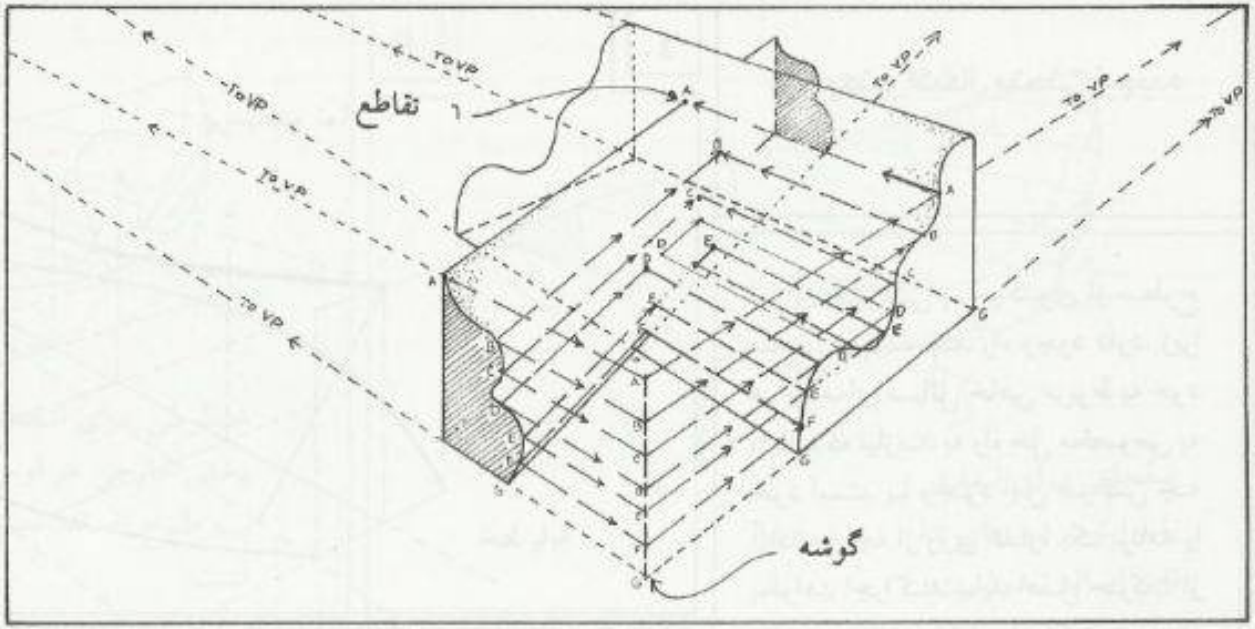


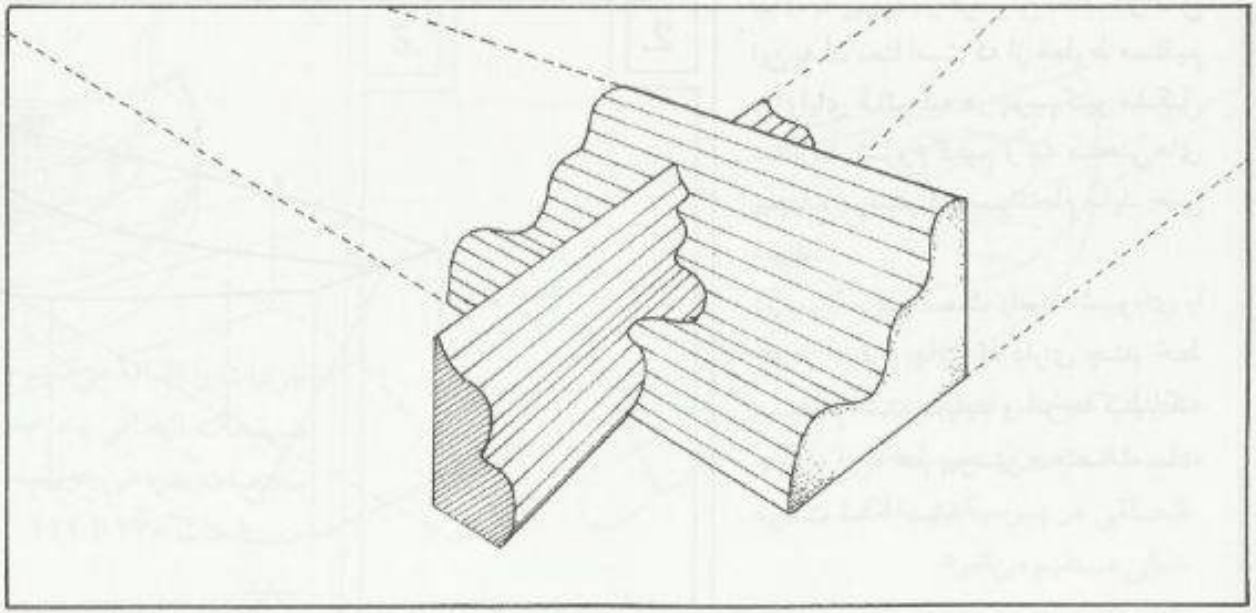



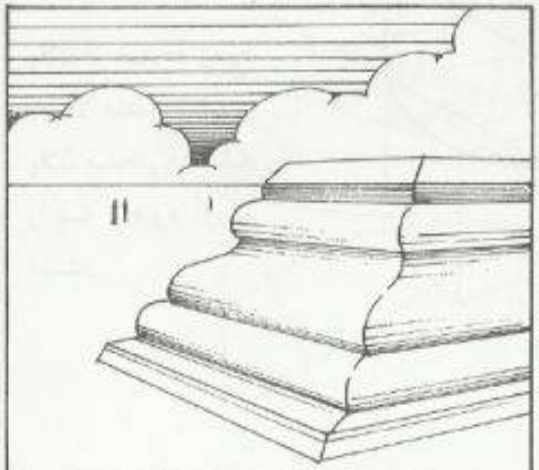
صفحاتی که نقاطی از یک سطح منحنی را به دیگری حمل می‌کنند نیازی نیست که مستطیل باشند و این در صورتی است که خط‌های تشکیل دهندهٔ آنها به نقطهٔ گریز صحیح وصل شده باشند.

در اینجا به طور مثال دو سطح با زاویه ۹۰ درجه همدیگر را قطع نمی‌کنند بنابراین قاعدهٔ هر سطح منحنی مجموعهٔ نقاط گریز خود را دارد.

در سطوح پیچیده‌ای نظیر اینها باید نقاط مرجع بیشتری را به عنوان راهنما برای سطوح متقاطع رسم کرد.



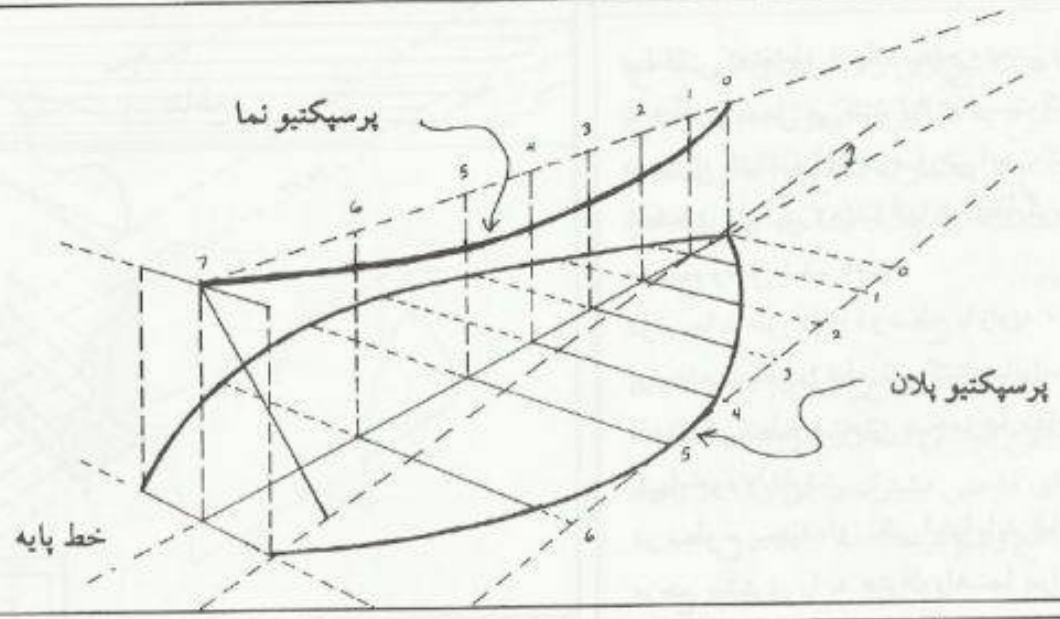


## پرسپکتیو اشکال منحنی پیچیده

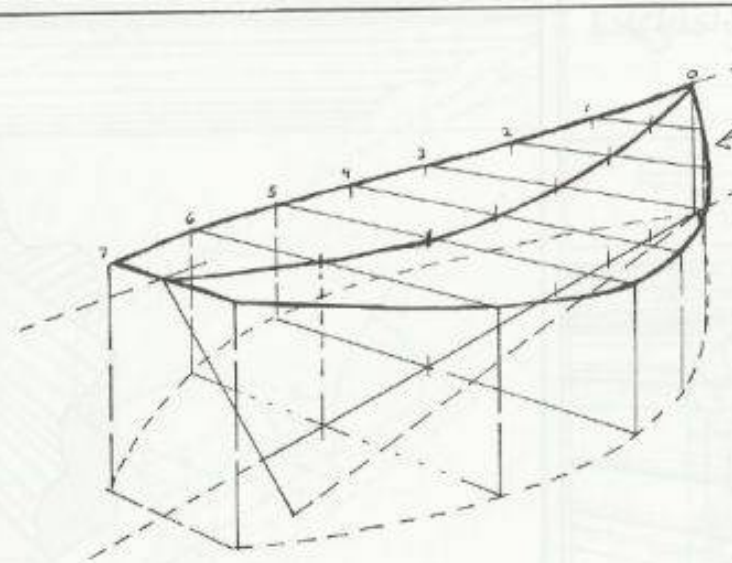
برای طراحی پرسپکتیوی از سطوح منحنی پیچیده چند راه وجود دارد. زیرا هر برنامه‌ای مسائل خاص مربوط به خود را دارد که نیازمند به راه حل مخصوص به خود است. با وجود این هر کس چه آزادانه و چه از روی اندازه یک برنامه را بخواهد اجرا کند باید اصل حرکت از ساده به پیچیده را فراموش نکند. در عمل این به آن معنا است که از خطوط مستقیم و زوایای قائم که در پرسپکتیو مشکل ندارند شروع کنیم و به منحنی‌های پیچیده برسیم که سرانجام باید حس شوند.

در نمونهٔ پایین سمت راست شیوه‌ای را که در آن فرم نهایی که دارای چند خط مستقیم است ببینید و توجه کنید که چگونه از به هم پیوستن مختصات ساده درست شده است.

**1.**

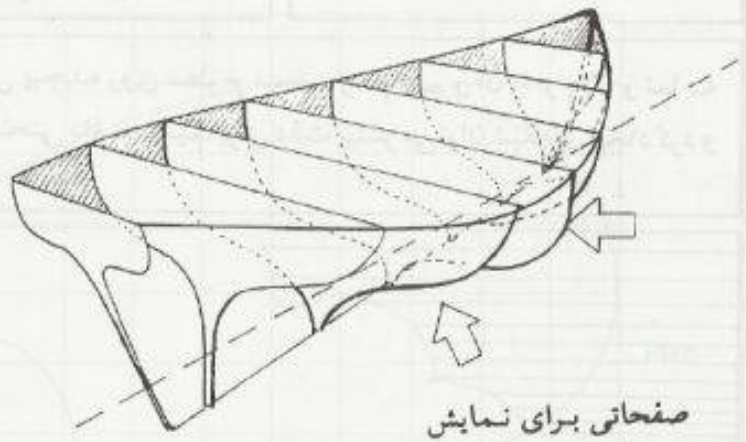



**2.**



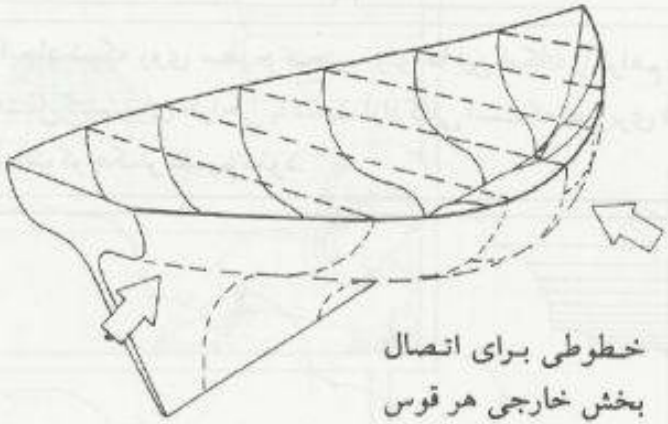
پلان از صفحهٔ زمین به بالا منتقل شده و پلان منحنی عرشه را به وجود آورده است.

3.



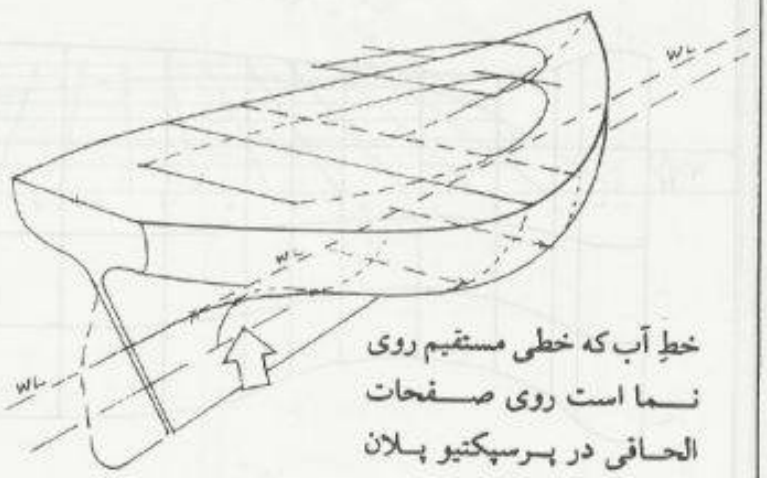
صفحاتی برای نمایش تغییرات در نسبتهای تنهٔ قایق اضافه شده است.

4.



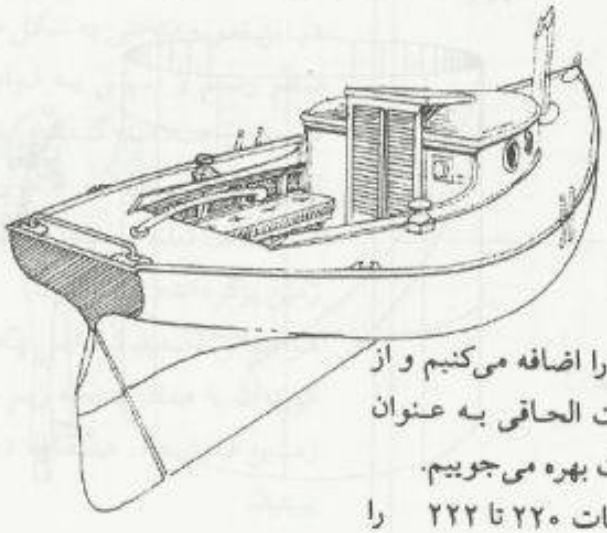
خطوطی برای اتصال بخش خارجی هر قوس به طرح اضافه شده است.

5.



خطِ آب که خطی مستقیم روی نما است روی صفحات الحاقی در پرسپکتیو پلان خطی مستقیم می‌شود.

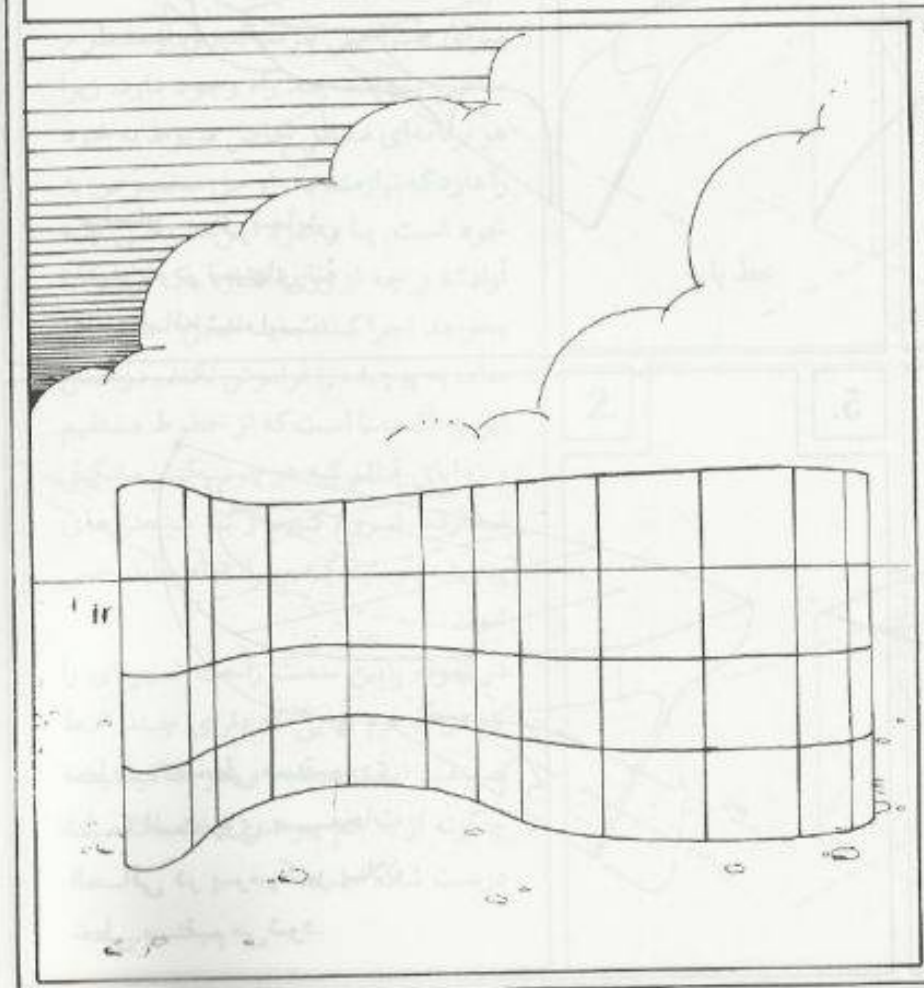
6.

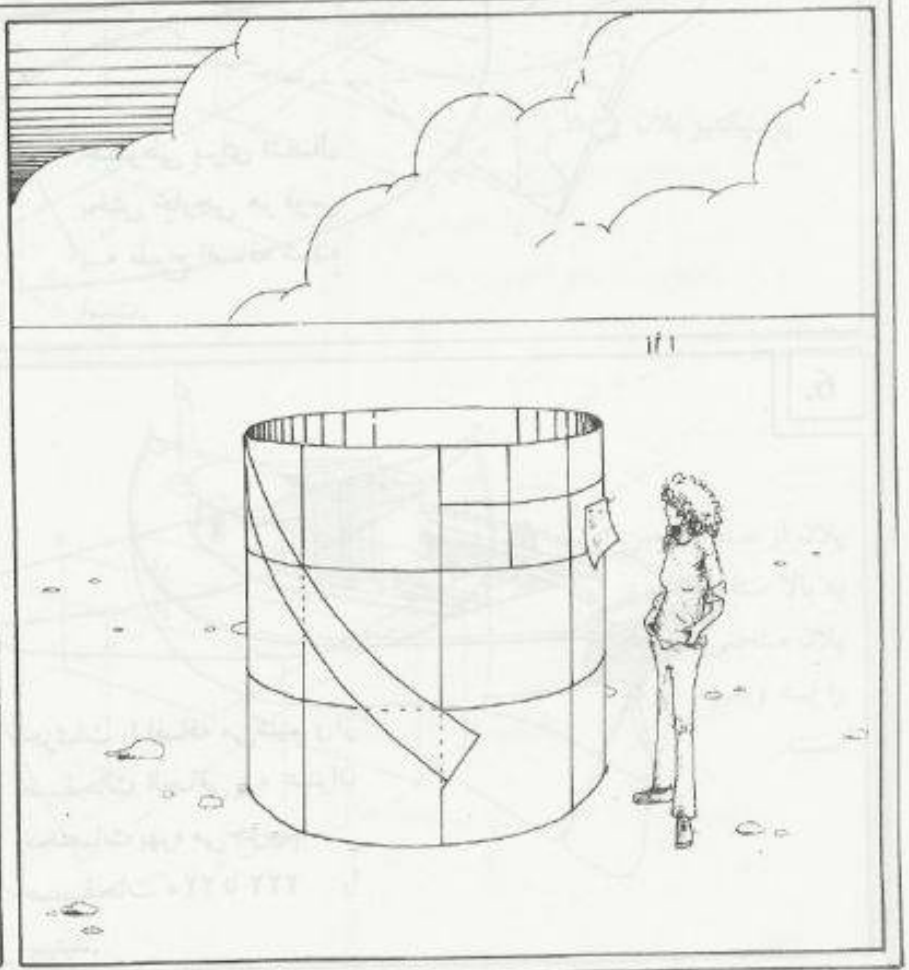


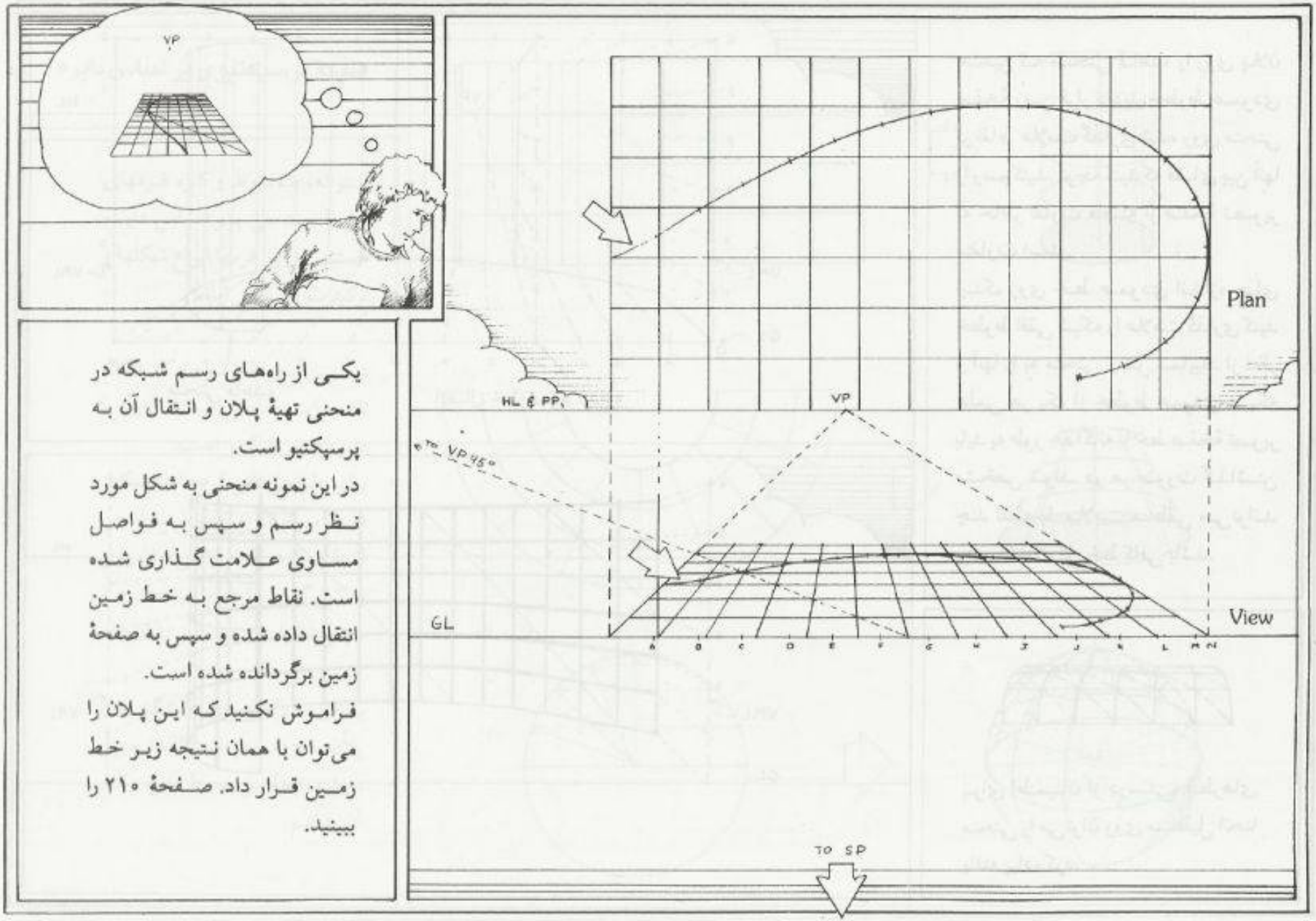
جزئیات را اضافه می‌کنیم و از صفحات الحاقی به عنوان مختصات بهره می‌جوییم.
صفحات ۲۲۰ تا ۲۲۲ را ببینید.

## ایجاد چارخانه یا شبکه روی سطوح منحنی

آشنایی با ایجاد شبکه روی سطوح منحنی برای ما این امکان را فراهم می‌کند که طرح‌هایی پیچیده روی سطوح منحنی رسم کنیم و آن را از پلان و نما به پرسپکتیو منتقل کنیم. برای طراحی با دست آزاد کافی است که تصویری ذهنی از شبکه‌های منحنی داشته باشیم. برای دقت بیشتر می‌توان شبکه‌ای ایجاد کرد و آن را به قطعات کوچک‌تر تقسیم نمود.








یکی از راه‌های رسم شبکه در منحنی تهیهٔ پلان و انتقال آن به پرسپکتیو است.

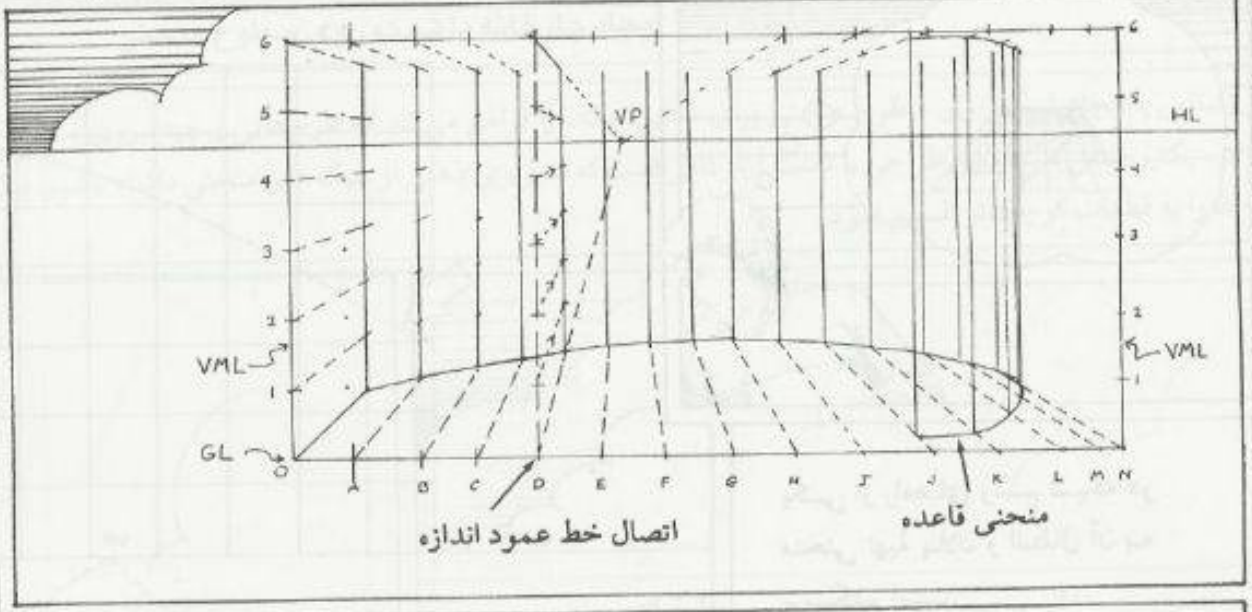
در این نمونه منحنی به شکل مورد نظر رسم و سپس به فواصل مساوی علامت گذاری شده است. نقاط مرجع به خط زمین انتقال داده شده و سپس به صفحهٔ زمین برگردانده شده است.

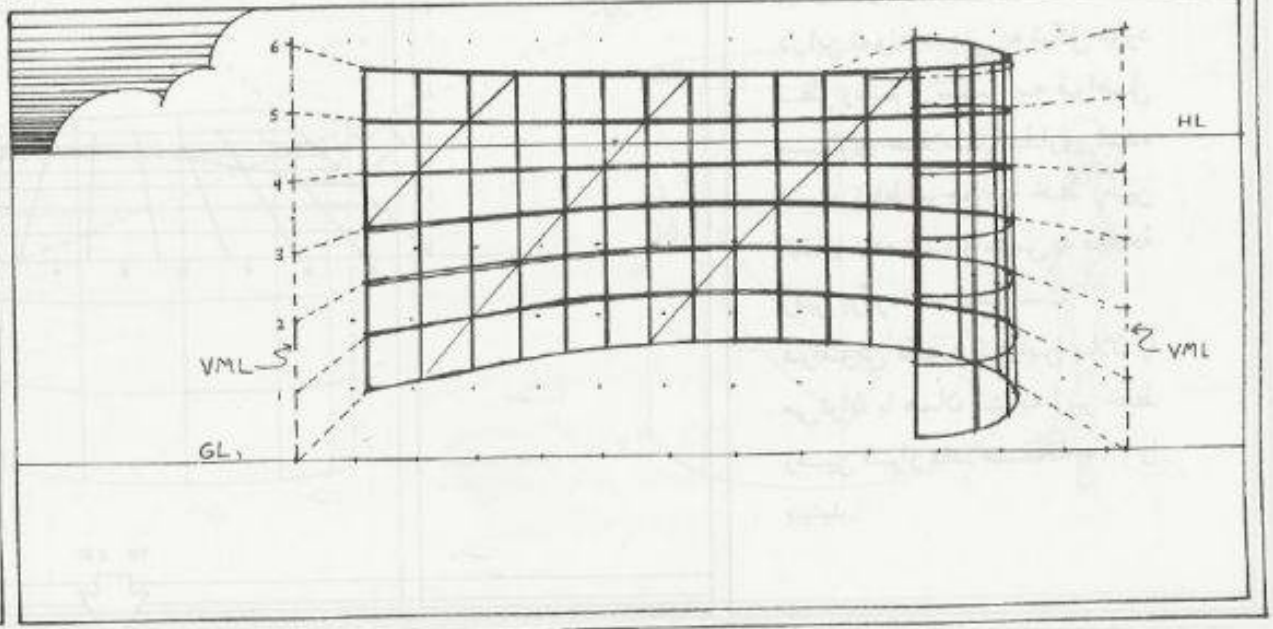
فراموش نکنید که این پلان را می‌توان با همان نتیجه زیر خط زمین قرار داد. صفحهٔ ۲۱۰ را ببینید.

همین که منحنی قاعده را روی پلان صفحهٔ زمین قرار دادید خطوط عمودی بر نقاط علامت گذاری شده روی منحنی را رسم کنید. توجه کنید که فضای بین آنها به خاطر تفاوت فاصله از صفحهٔ تصویر متفاوت است.

اینک روی خط عمودی اندازه جای خطوط افقی شبکه را علامت گذاری کنید و آنها را به منحنی وصل نمایید. از نظر علمی هر یک از خطوط عمودی شبکه باید به طور جداگانه با خط صفحهٔ تصویر مشخص شوند. در هر صورت گذاشتن چند نقطه یا علامت منطقی می‌تواند برای هدایت کل خط کافی باشد.

برای اطمینان از درستی، قطرهای منحنی را می‌توان روی مستطیل انحنا یافته پیاده کرد.



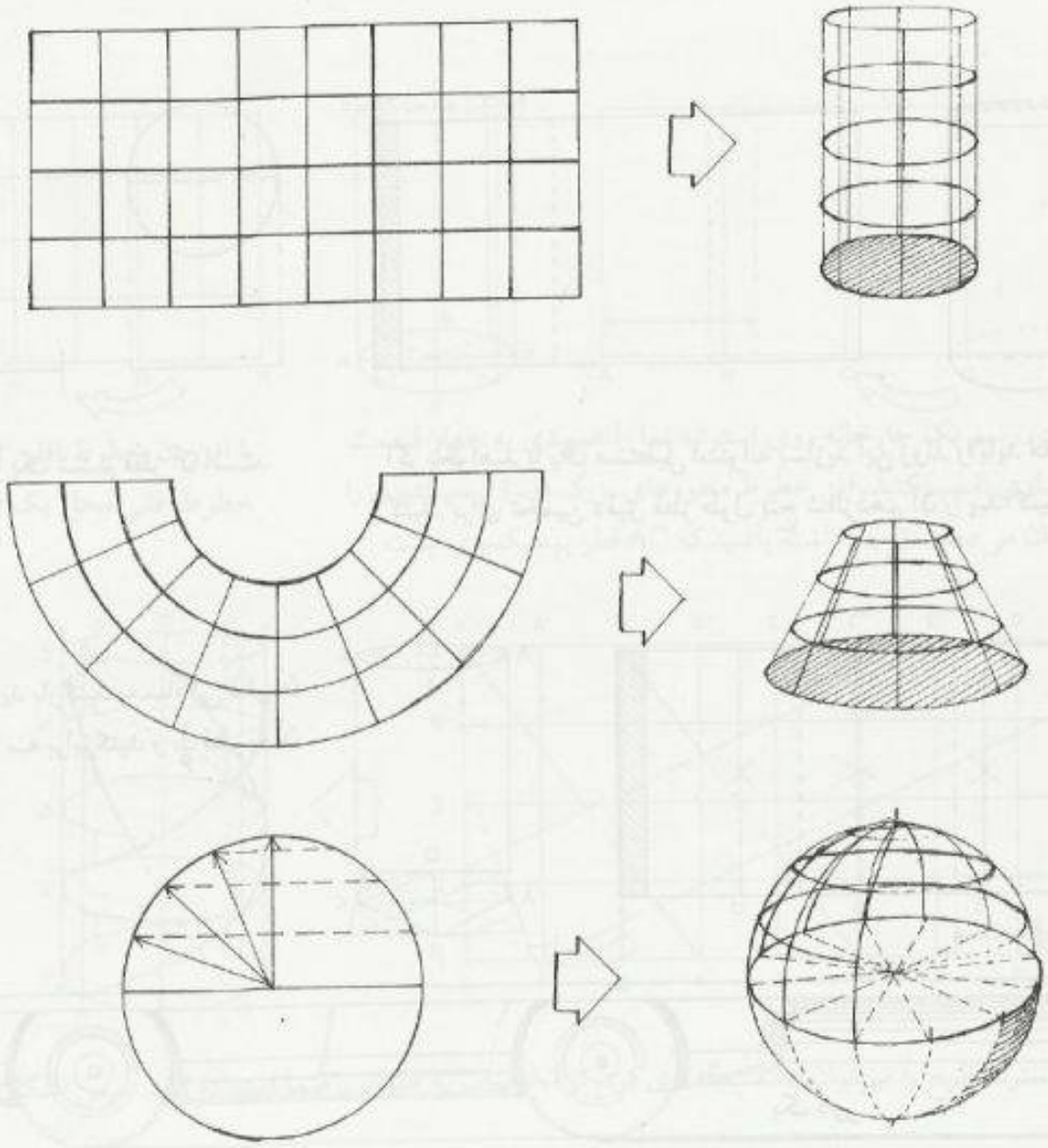



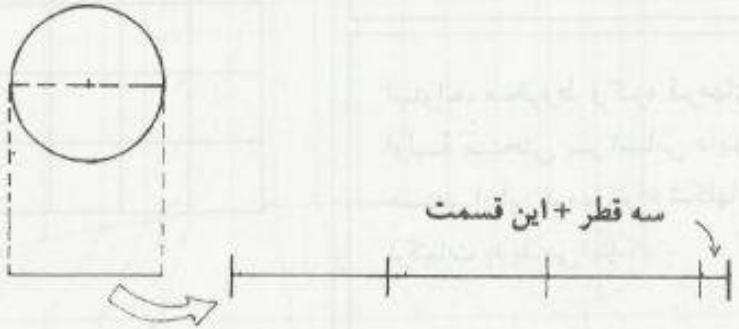
## شبکهٔ پرسپکتیوی بر اساس دایره

استوانه، مخروط و کره فرمهای اولیهٔ منحنی بر اساس دایره هستند. از این فرمها انواع شکلها و ترکیبات پدید می‌آیند.

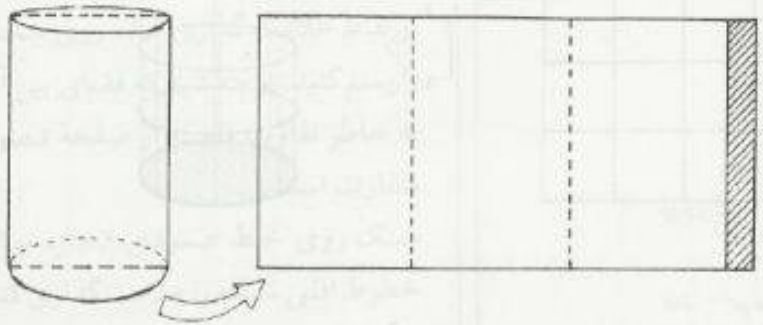
در این نمونه‌ها توجه کنید که تقسیمات جناحی شبکه، دایره یا دایره در پرسپکتیو است.
برای طراحی این فرم‌ها از شکل دایره می‌توان به عنوان شاخص استفاده کرد. طرح را می‌توان روی شکل گستردهٔ فرم پیاده کرد و سپس آن را در پرسپکتیو نشان داد.

برای حرکت رفت و برگشت از پلان به پرده بهتر است ابتدا چیزی درباره رابطهٔ بین محیط دایره و قطر آن بدانیم.



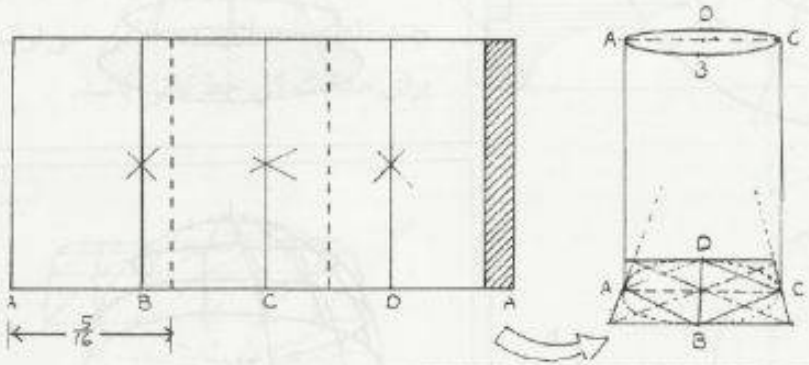



محیط هر دایره سه برابر قطر آن + تقریباً یک ششم قطر آن است.

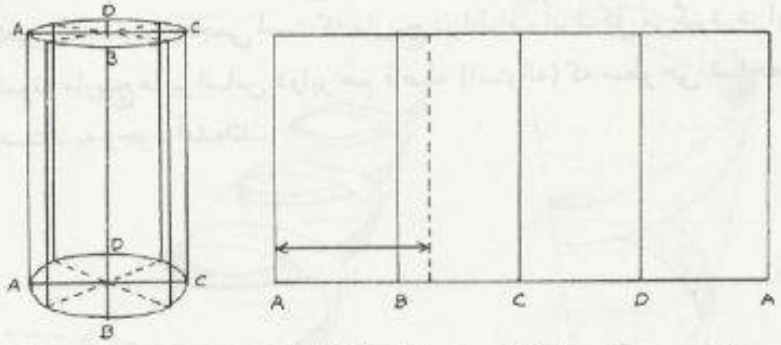


اگر بخواهید با یک مستطیل استوانه بسازید این روند را باید معکوس کنید. برای تخمین دقیق قطر طول پنج شانزدهم آن را پیدا کنید.

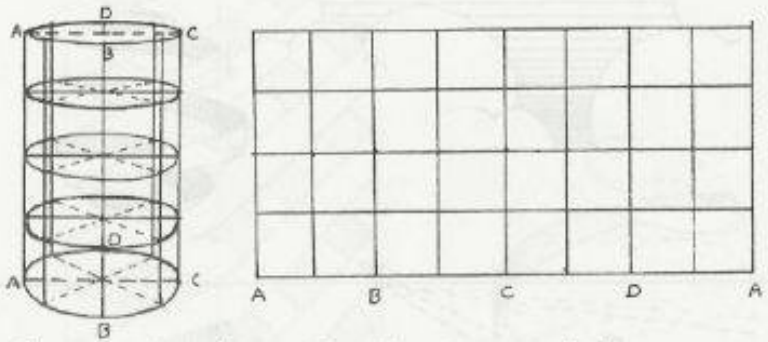
اگر بخواهید استوانه‌ای را که قبلاً کشیده‌اید باز کنید به سادگی قطر آن را پیدا کنید (موازی صفحهٔ تصویر). آن را سه برابر کنید و $\frac{1}{6}$ قطر به آن بیفزایید.



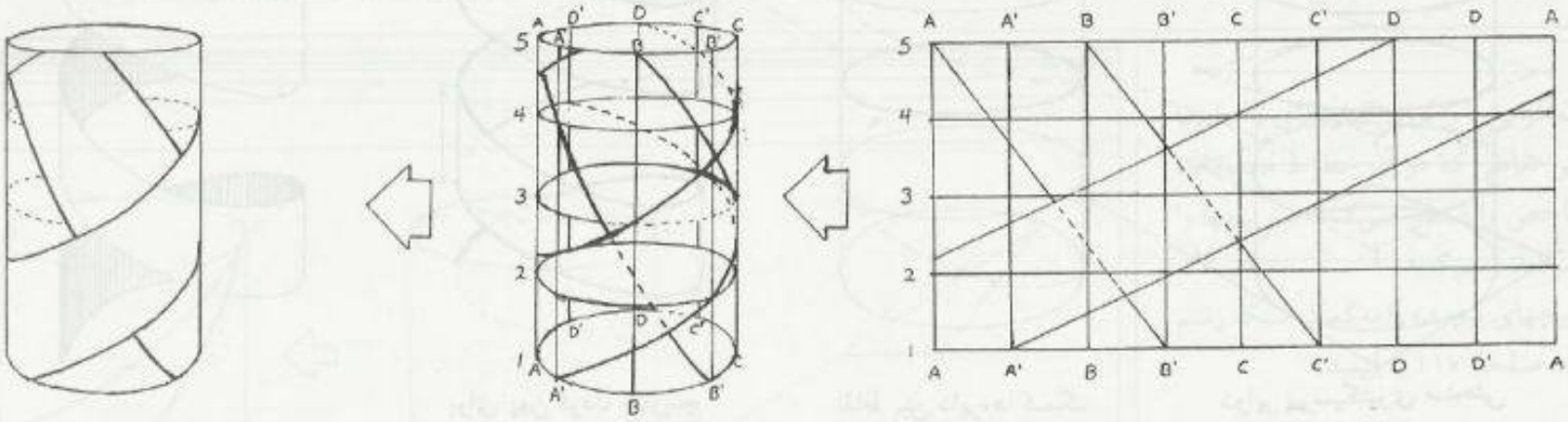
خط ABبرابر است با محیط چرخ




برای رسم یک چارخانه روی استوانه نما را عمودی به چهار قسمت مساوی تقسیم کنید. این خطوط محورهای بزرگ دایرهٔ پرسپکتیوی را نشان می‌دهند. توجه داشته باشید که AC قطر پرسپکتیوی است.



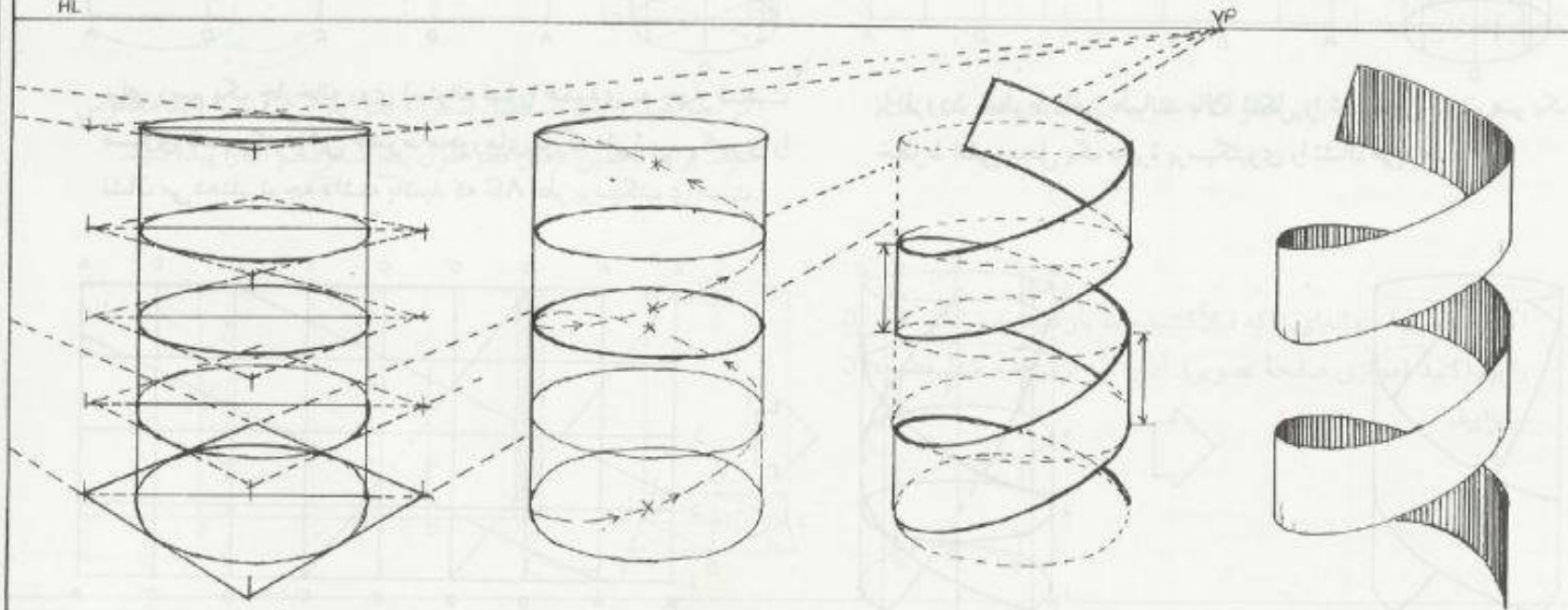

با افزودن خطوط افقی همانند بالا، شکل را شطرنجی کنید. هر یک از خطوط افقی محل یک دایرهٔ پرسپکتیوی را نشان می‌دهد.




شکل گستردهٔ طرح را می‌توان علامت گذاری کرد. از مختصات به عنوان راهنما استفاده کنید سپس اشکال را به سطح منحنی استوانه انتقال دهید.

## مارپیچ‌ها

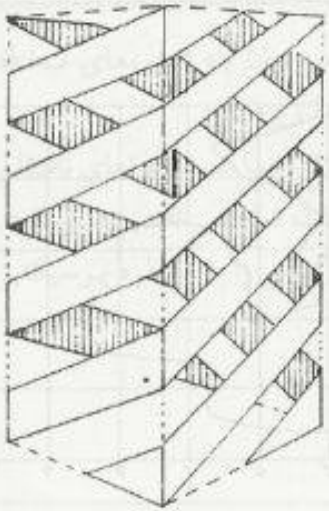
به تعداد اشکال هندسی مارپیچ وجود دارد. کلید طراحی پرسپکتیوی از آنها تعیین ساده‌ترین حجمی است که مارپیچ در اطراف آن شکل می‌گیرد. در این نمونه مارپیچ‌ها بر اساس دوایر هم فاصله (استوانه) که سطوحی شاخص هستند به وجود آمده‌اند.

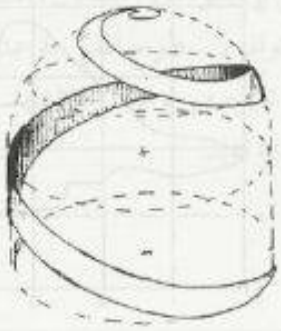


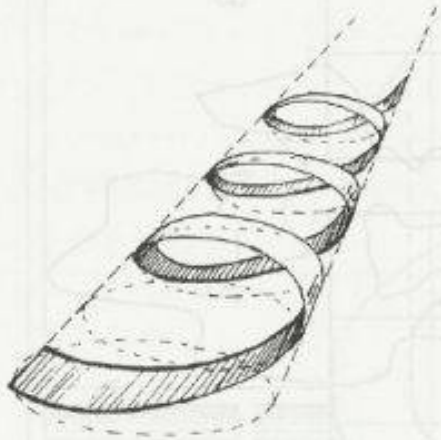

برای پهن کردن مارپیچ یک مارپیچ موازی دیگر به آن بیفزایید.

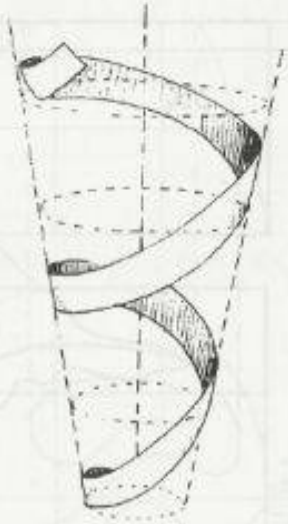
نقاط بین دایره‌ها کمک می‌کند تا صعود منحنی هدایت شود.

دوایر پرسپکتیوی منحنی صحیح مارپیچ را مشخص می‌کند.





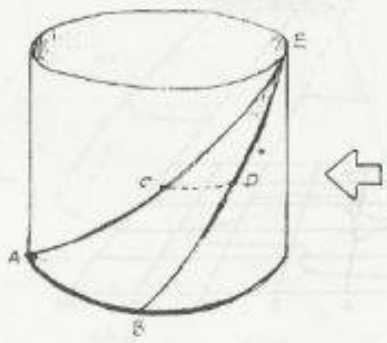


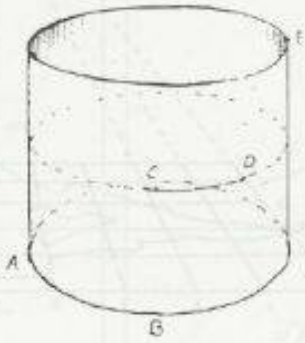


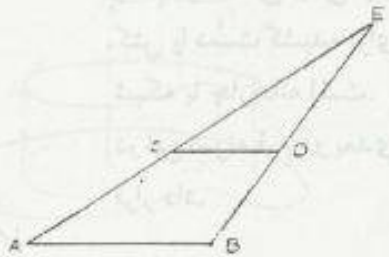
فرمهایی که این مارپیچ‌ها را در بر می‌گیرند و شکل صفحات شاخص که به دور آنها مارپیچها باید شکل بگیرند را مورد توجه قرار دهید.

با همگرایی یا واگرایی کناره‌های نامنظم با تعیین نقاطی که در آن خطوط صفحات شاخص را قطع می‌کنند مارپیچها را می‌توانید رسم کنید.

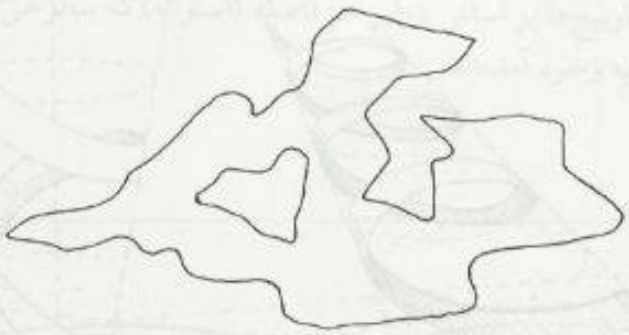
مارپیچهای پیچیده را به کمک شبکه رسم کنید. صفحهٔ ۱۱۷ را ببینید.

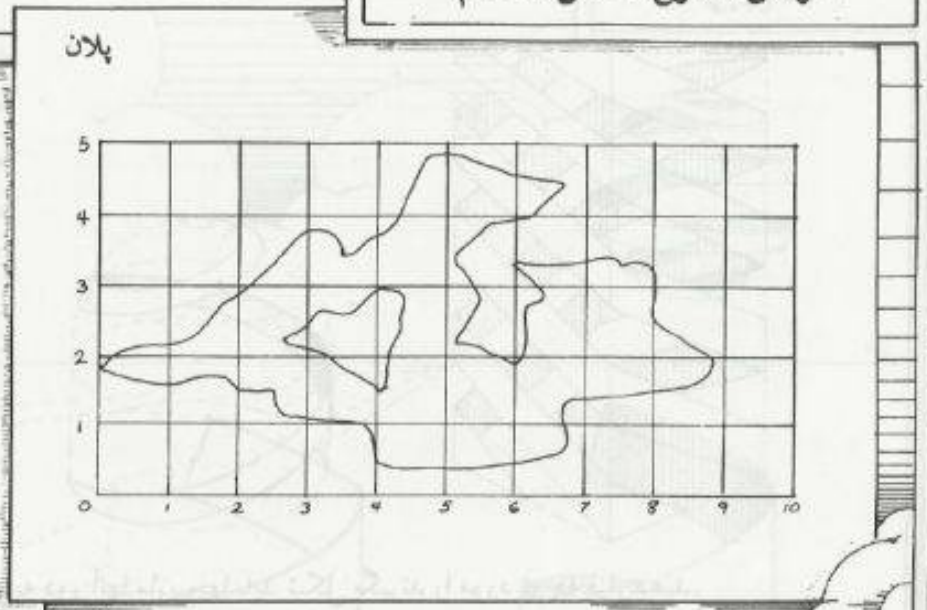


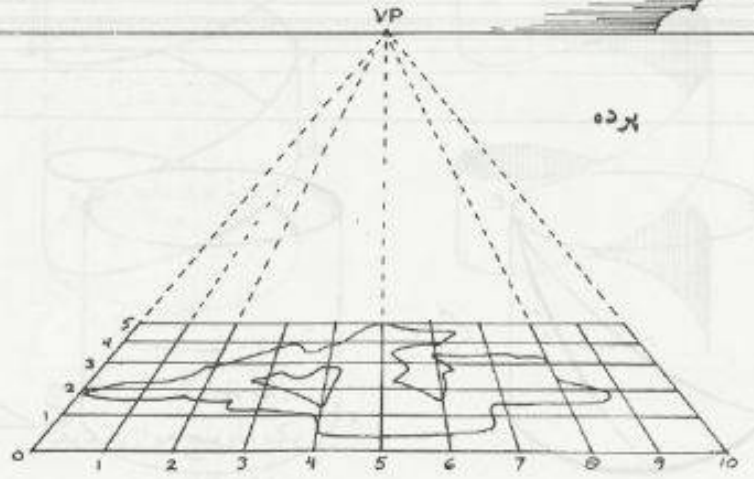



## طراحی سطوح منحنی نامنظم



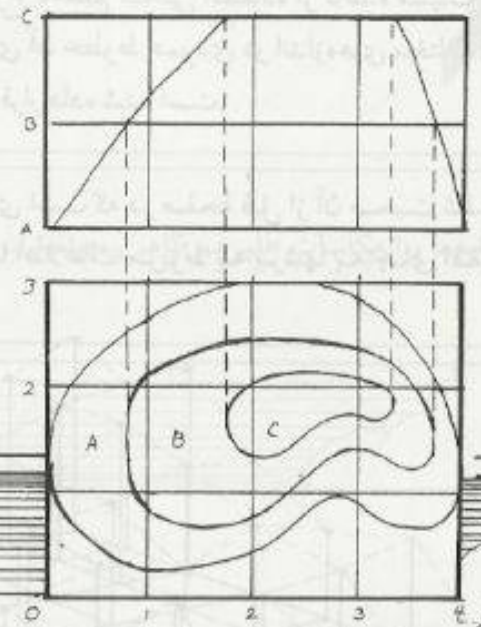



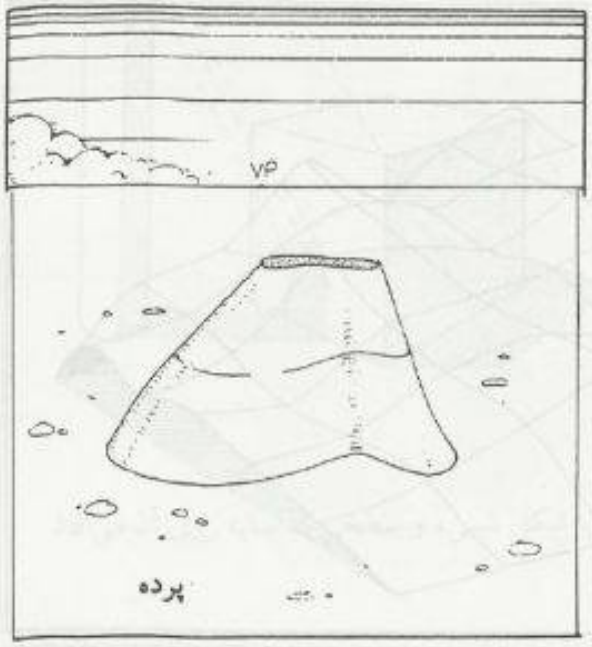




سطوح منحنی نامنظم را می‌توان به سادگی به کمک مختصات یا شبکهٔ ساده رسم کرد. حتی وقتی از روی مدل واقعی طراحی می‌کنیم استفاده از خط کش یا دست کشیده برای اندازه گیری زوایا و نسبتها خود نوعی استفاده از شبکه یا چارخانه است.

در این نمونه فرم دو بعدی را پس از شبکه‌بندی می‌توان به هر حالتی در فضا قرار داد.

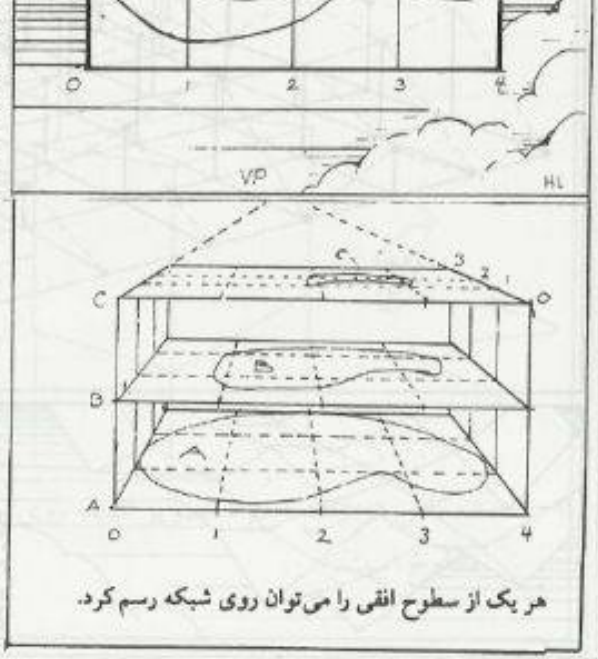
سطوح منحنی نامنظم سه بعدی را می‌توان به شیوه‌های مختلفی طراحی کرد که خود بستگی به نیاز برنامهٔ ویژه دارد.
یکی از شیوه‌های متداول، استفاده از پلان و نما است. نماهای نامنظم را می‌توان با سطوح افقی به عنوان صفحات شاخص تقسیم‌بندی کرد. با این شیوه می‌توانید اطلاعات نقشهٔ تاپوگرافی را به منظره پرسپکتیوی تبدیل کنید.




پرده

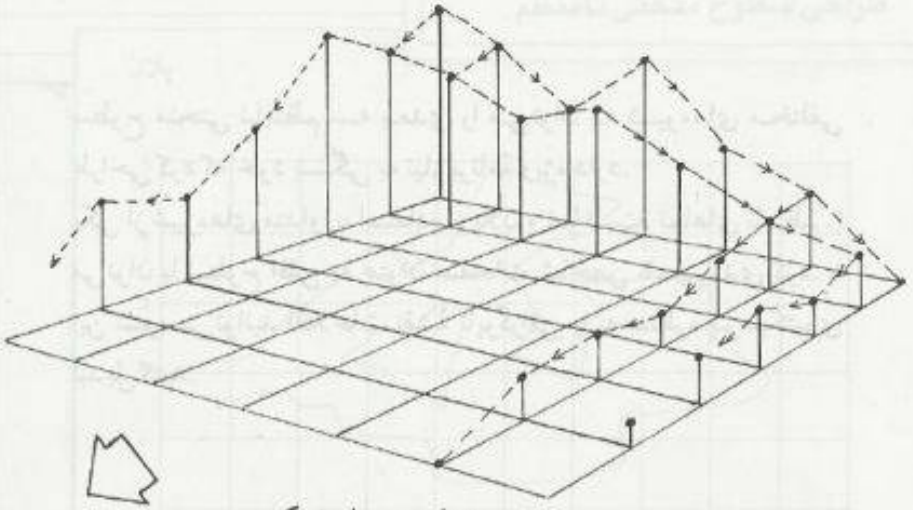
سطوح افقیِ حاصله از پلان



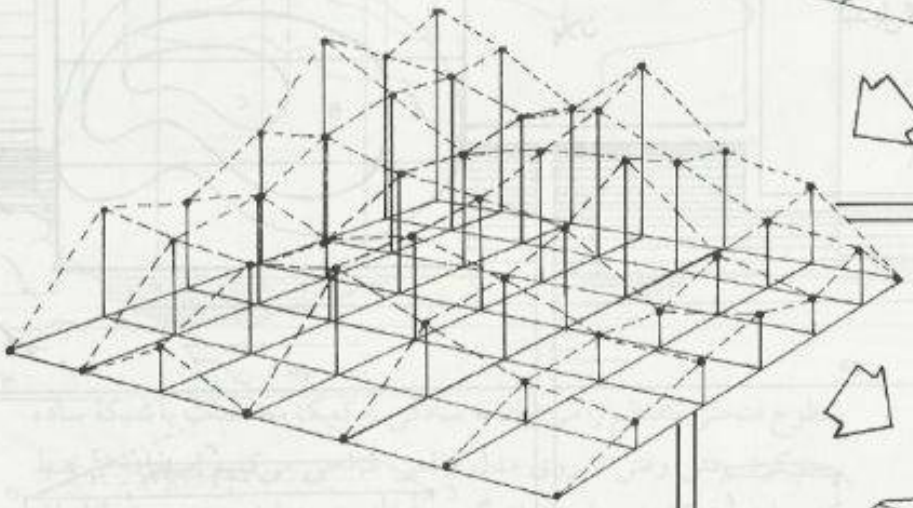

هر یک از سطوح افقی را می‌توان روی شبکه رسم کرد.

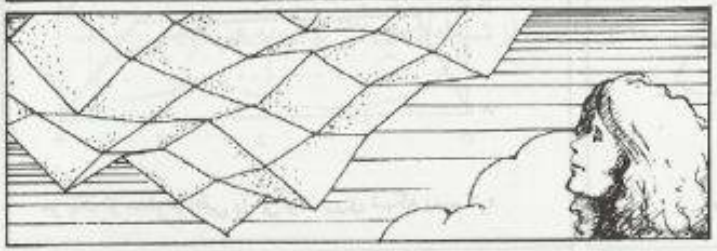
شیوهٔ دیگر رسم سطوح نامنظم منحنی استفاده از قاعدهٔ مشبک یا شطرنجی است که روی آن خطوط عمودی در اندازه‌های مختلف به عنوان مختصات مهم قرار داده شده است.

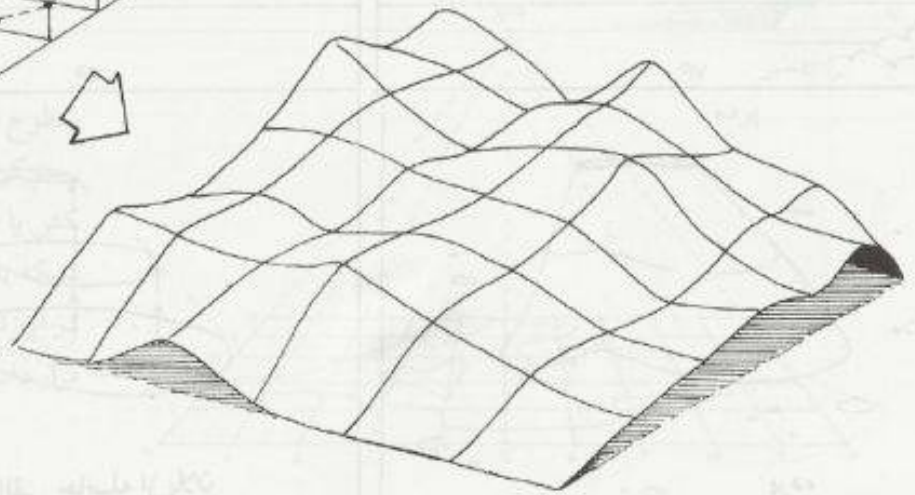
این شیوه همان شیوه‌ای است که در صفحهٔ قبل از آن صحبت شد با این تفاوت که در اینجا اطلاعات مربوط به برشها به جای افقی عمودی است.



قاعده شطرنجی یا مشبک



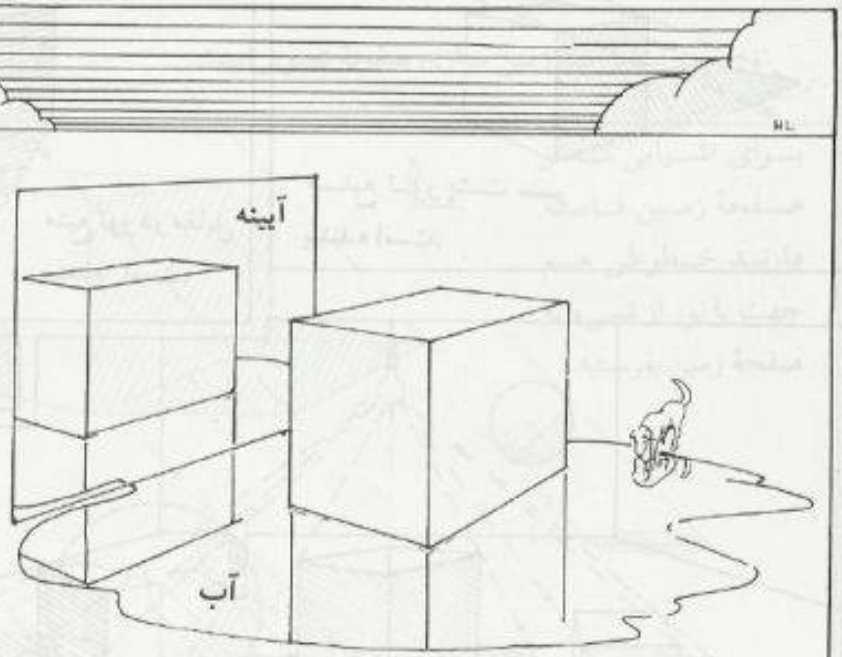




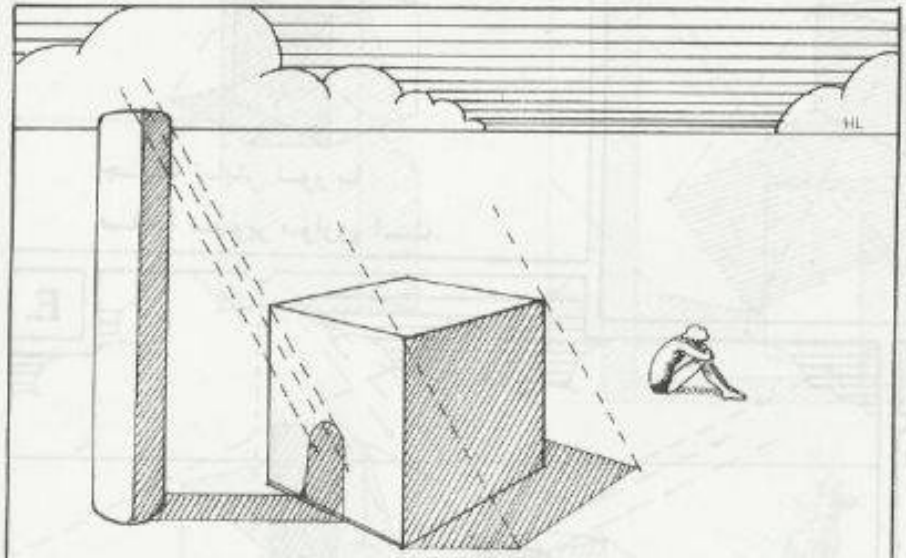
# ۸

## سایه و انعکاس

سایه‌ها و انعکاسات علیرغم ظاهر پیچیده‌شان از همان قوانین تغییر ناپذیر پرسپکتیو که در بخشهای قبلی این کتاب از آنها صحبت شد پیروی می‌کنند.




انعکاس در واقع امتداد تصویر اشیاء روی سطح یا مجموعه‌ای از سطوح است.

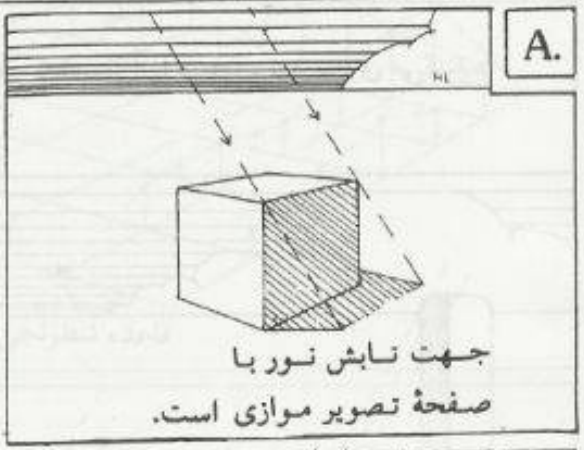


سایه‌ها با منبع نور، شکل شیء و سطحی که سایه روی آن می‌افتد مشخص می‌شوند.

## سایه‌ها

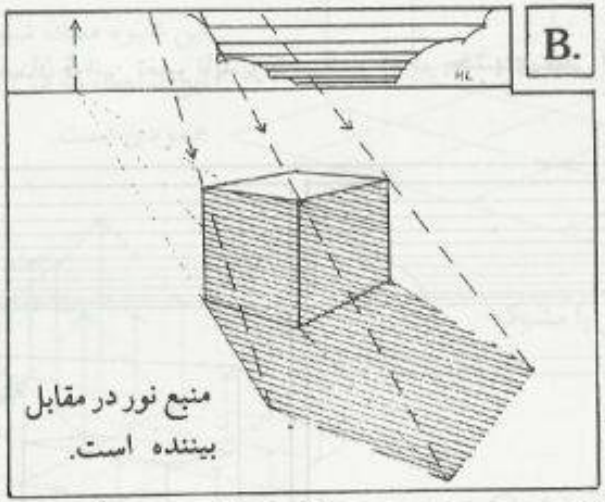
موقعیت منبع نور عامل مهمی در تعیین شکل نهایی پرسپکتیو سایه‌ها است.

A.



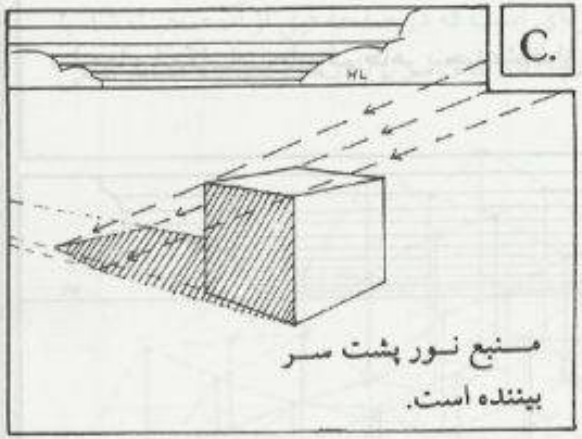

جهت تابش نور با صفحهٔ تصویر موازی است.

B.



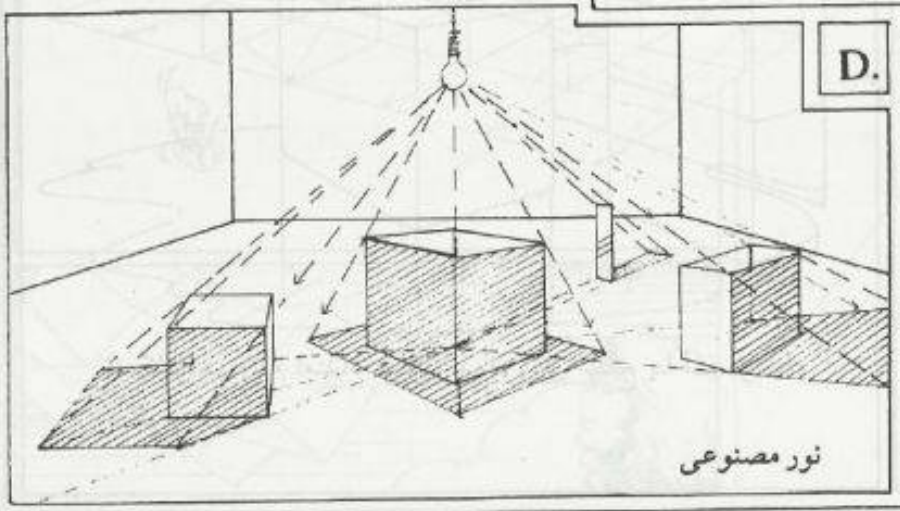

منبع نور در مقابل بیننده است.

C.



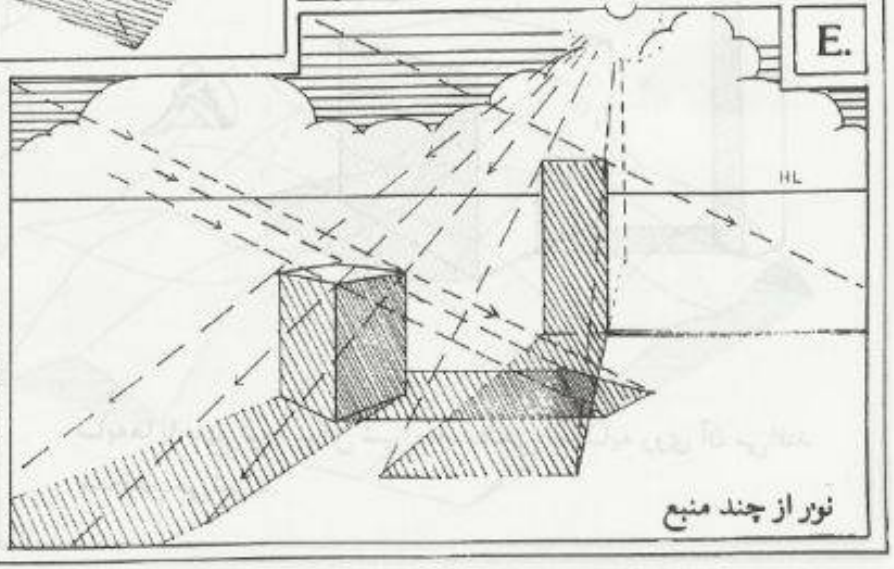

منبع نور پشت سر بیننده است.

D.



نور مصنوعی

E.



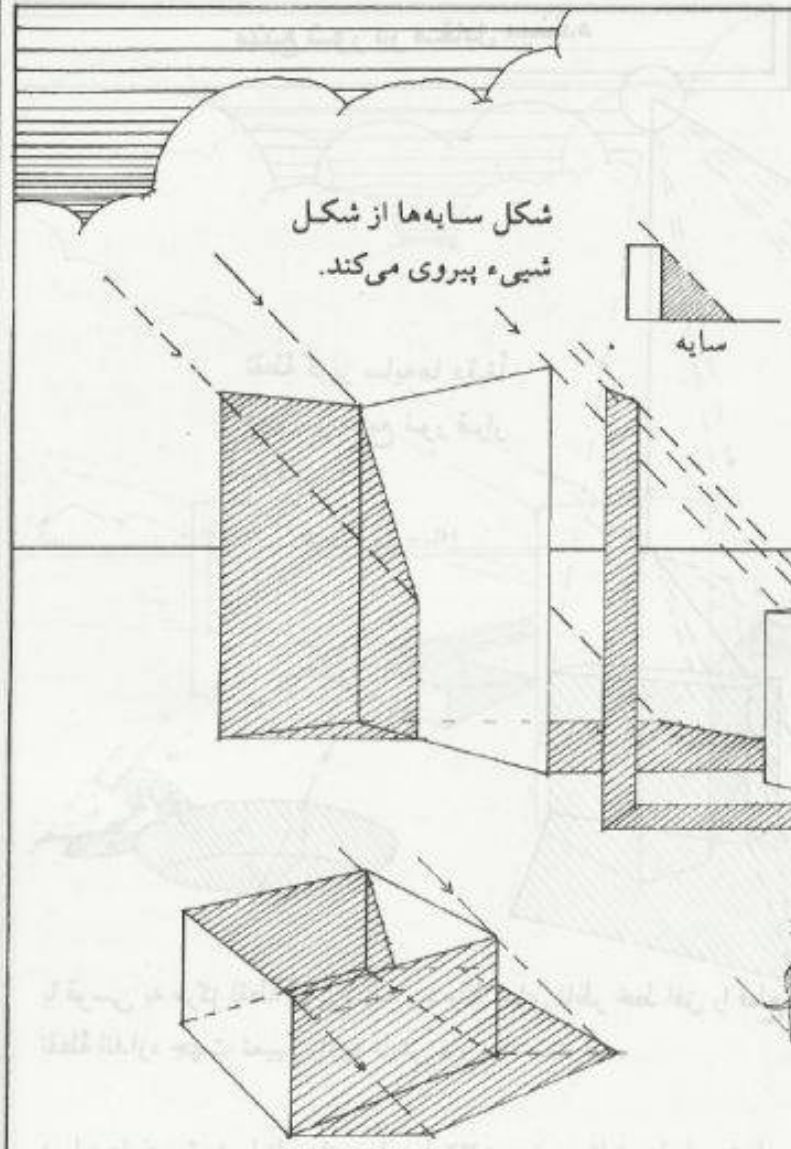

نور از چند منبع

## نور موازی با صفحهٔ تصویر

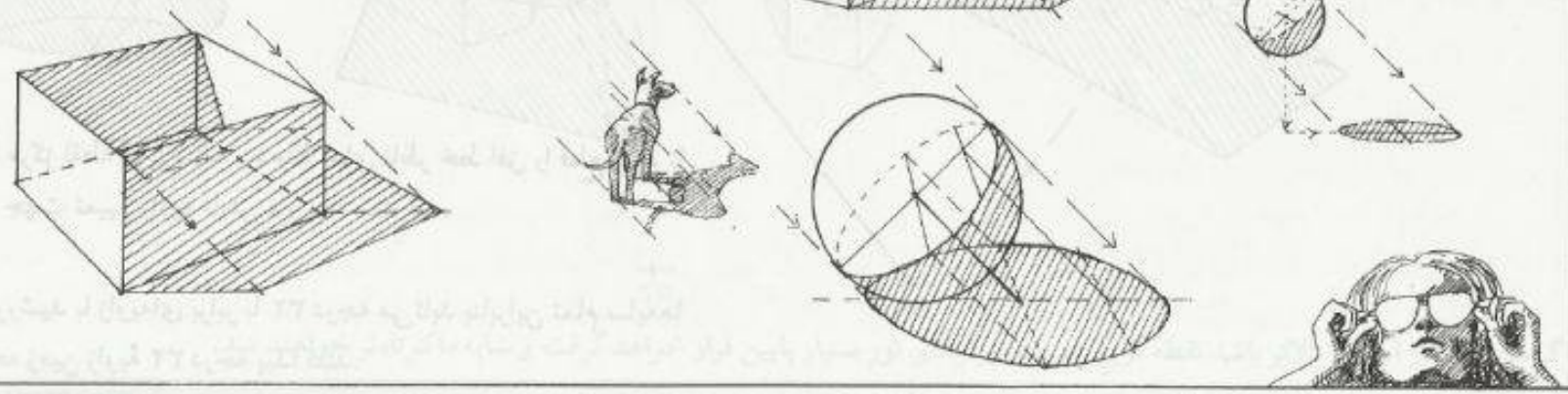
وقتی منبع نور موازی صفحهٔ تصویر است پرتوهای موازی، موازی باقی می‌مانند و سایه‌های افتان را نحوه‌ای که شییء مانع تابش آن می‌شود مشخص می‌کند.

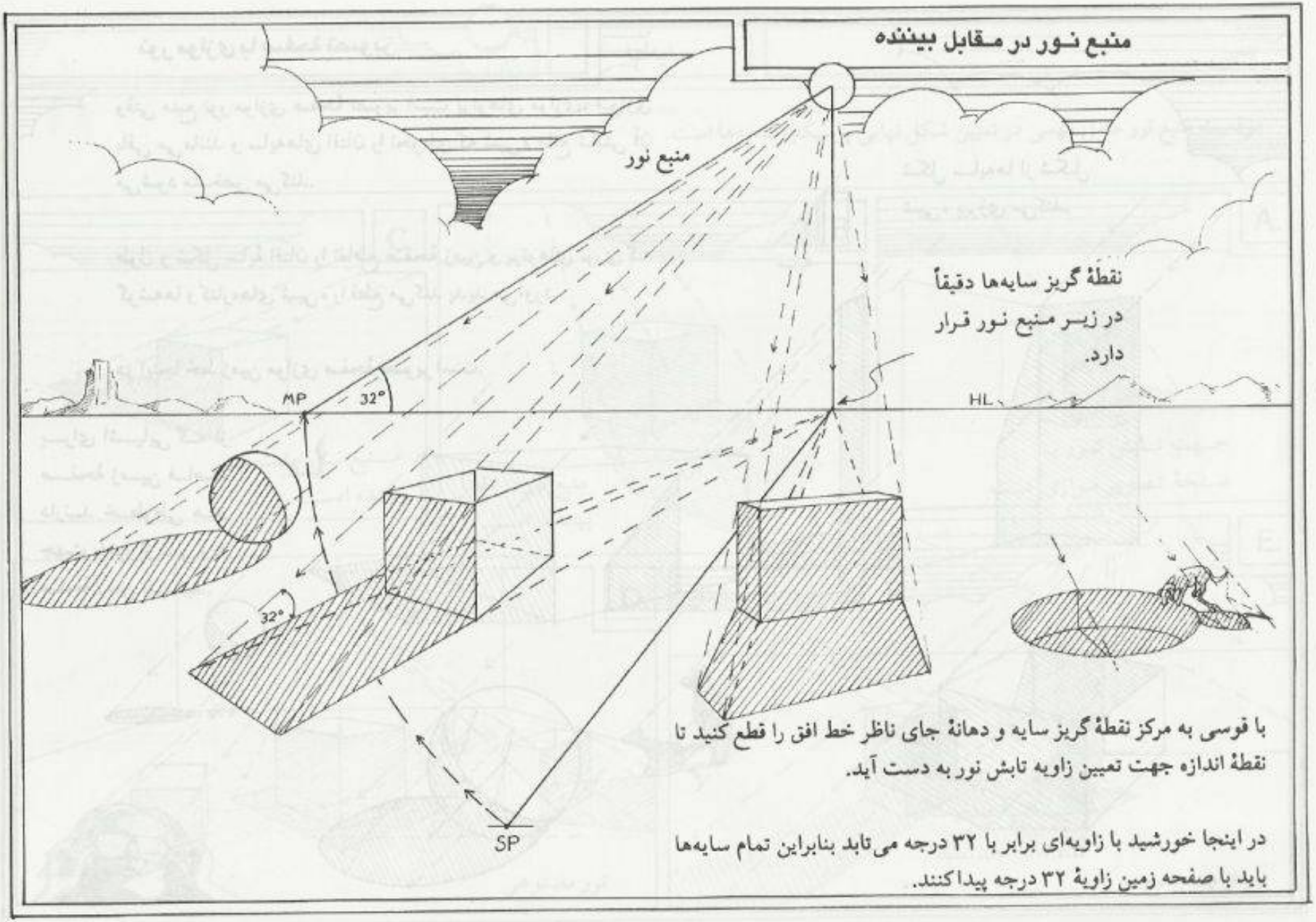
طول و شکل سایهٔ افتان را تقاطع صفحهٔ زمین و پرتوهای نوری که گوشه‌ها و کناره‌های شییء را قطع می‌کند پدید می‌آورد.

در اینجا خط زمین موازی صفحهٔ تصویر است.




برای اشیایی که از صفحهٔ زمین فاصله دارند خطوطی هم جهت با نور از شییء به صفحهٔ زمین بفرستید.

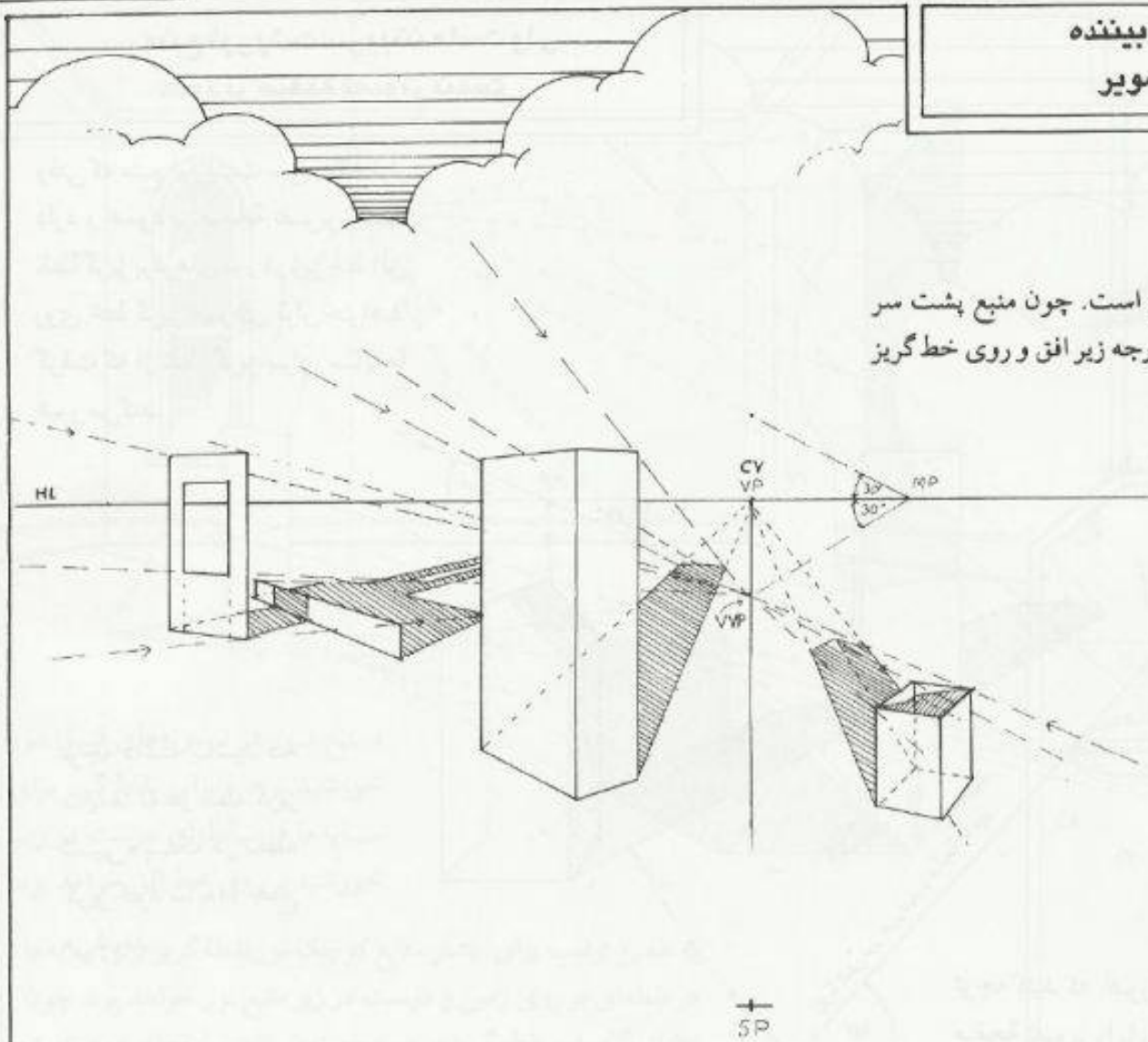



منبع نـور در مـقابل بیننده
منبع نور
نقطهٔ گریز سایه‌ها دقیقاً
در زیـر منبع نـور قـرار
دارد.
MP
32°
HL
32°
SP
با قوسی به مرکز نقطهٔ گریز سایه و دهانهٔ جای ناظر خط افق را قطع کنید تا
نقطهٔ اندازه جهت تعیین زاویه تابش نور به دست آید.
در اینجا خورشید با زاویه‌ای برابر با ۳۲ درجه می‌تابد بنابراین تمام سایه‌ها
باید با صفحه زمین زاویهٔ ۳۲ درجه پیدا کنند.

## منبع نور در پشت سر بیننده و عمود بر صفحه تصویر

این منبع نور ۳۰ درجه بالاتر از صفحهٔ زمین است. چون منبع پشت سر بیننده است نقطهٔ گریز پرتوهای نور در ۳۰ درجه زیر افق و روی خط گریز عمود خواهد بود.

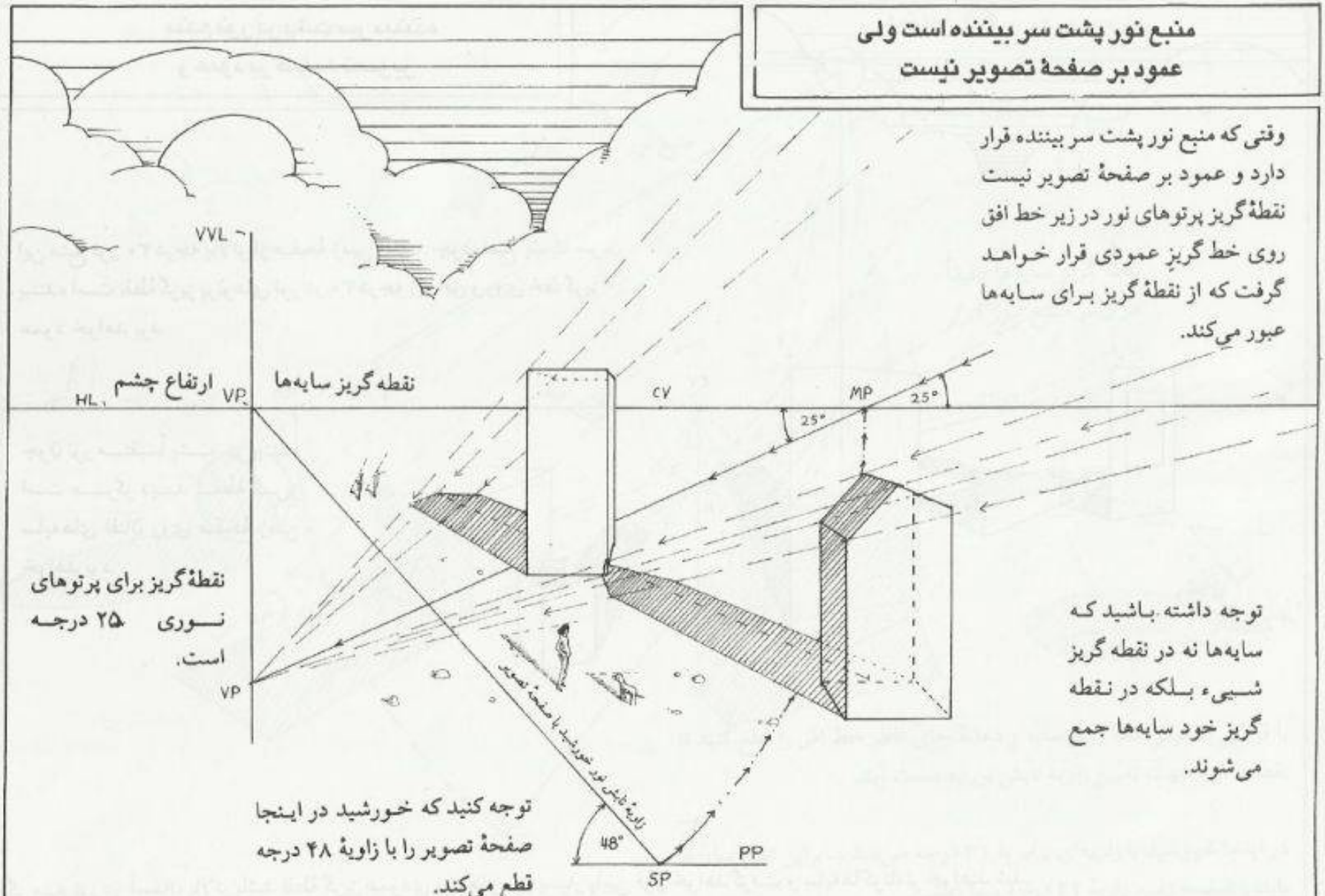
چون نور مستقیماً پشت سر بیننده است مرکز دید نقطهٔ گریزِ سایه‌های افتان روی صفحهٔ زمین خواهد بود.




اگر منبع نور در آسمان بالاتر باشد نقطهٔ گریزِ عمودی پرتوهای نور بسیار پایین قرار خواهد گرفت و سایه‌ها کوتاه‌تر خواهند شد.

## منبع نور پشت سر بیننده است ولی عمود بر صفحهٔ تصویر نیست

وقتی که منبع نور پشت سر بیننده قرار دارد و عمود بر صفحهٔ تصویر نیست نقطهٔ گریز پرتوهای نور در زیر خط افق روی خط گریزِ عمودی قرار خواهد گرفت که از نقطهٔ گریز برای سایه‌ها عبور می‌کند.

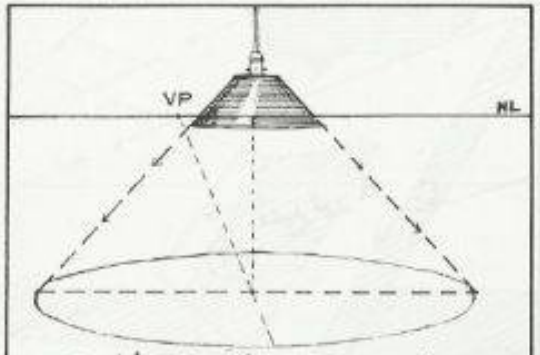



نقطهٔ گریز برای پرتوهای نوری ۲۵ درجه است.

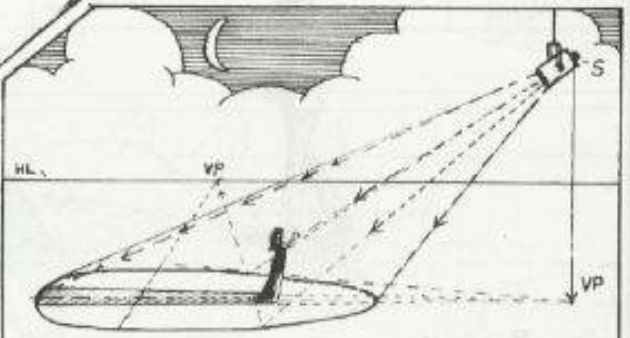
توجه داشته باشید که سایه‌ها نه در نقطه گریز شیء بلکه در نقطه گریز خود سایه‌ها جمع می‌شوند.

توجه کنید که خورشید در اینجا صفحهٔ تصویر را با زاویهٔ ۴۸ درجه قطع می‌کند.

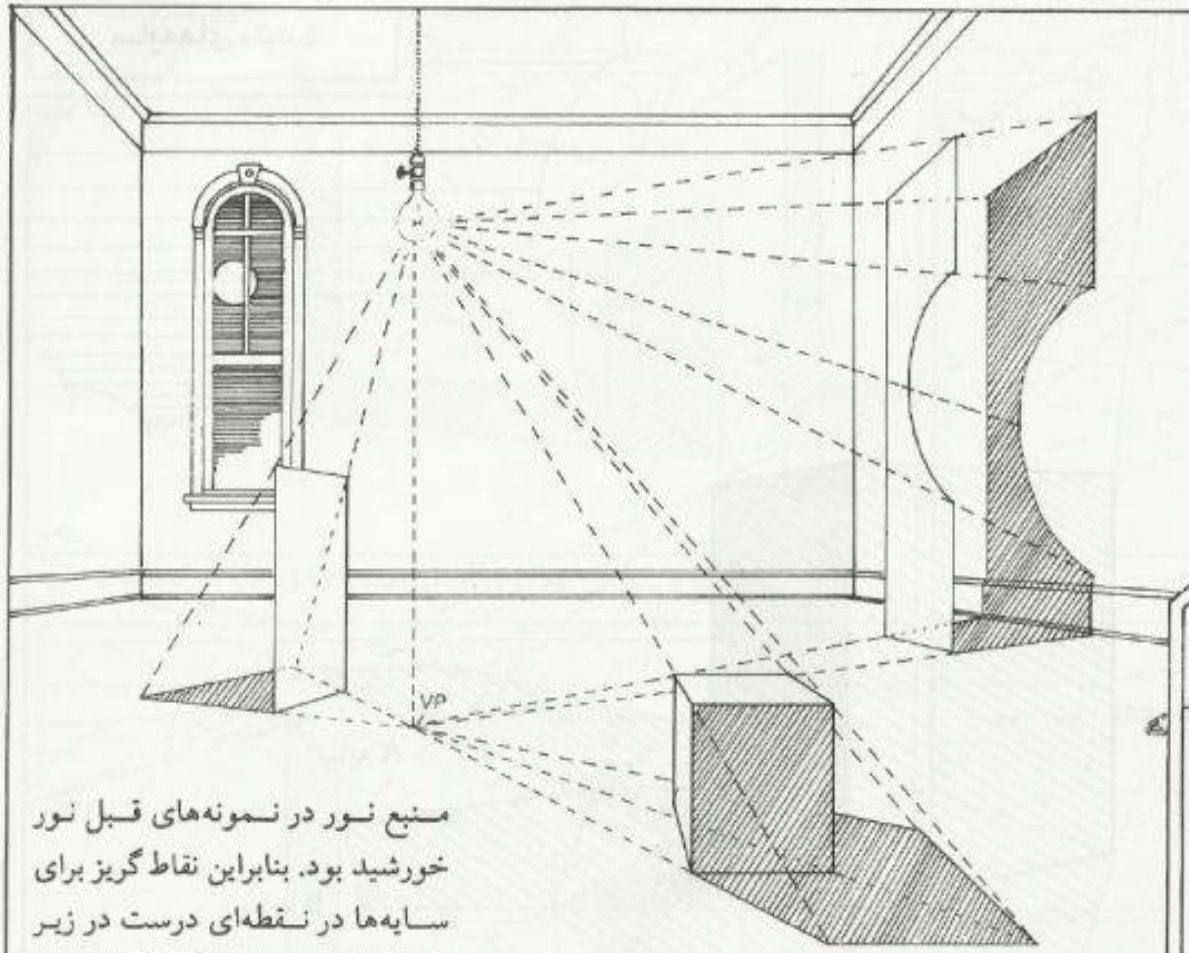
## نور شعاعی




نور شعاعی به صورت یک مخروط است.

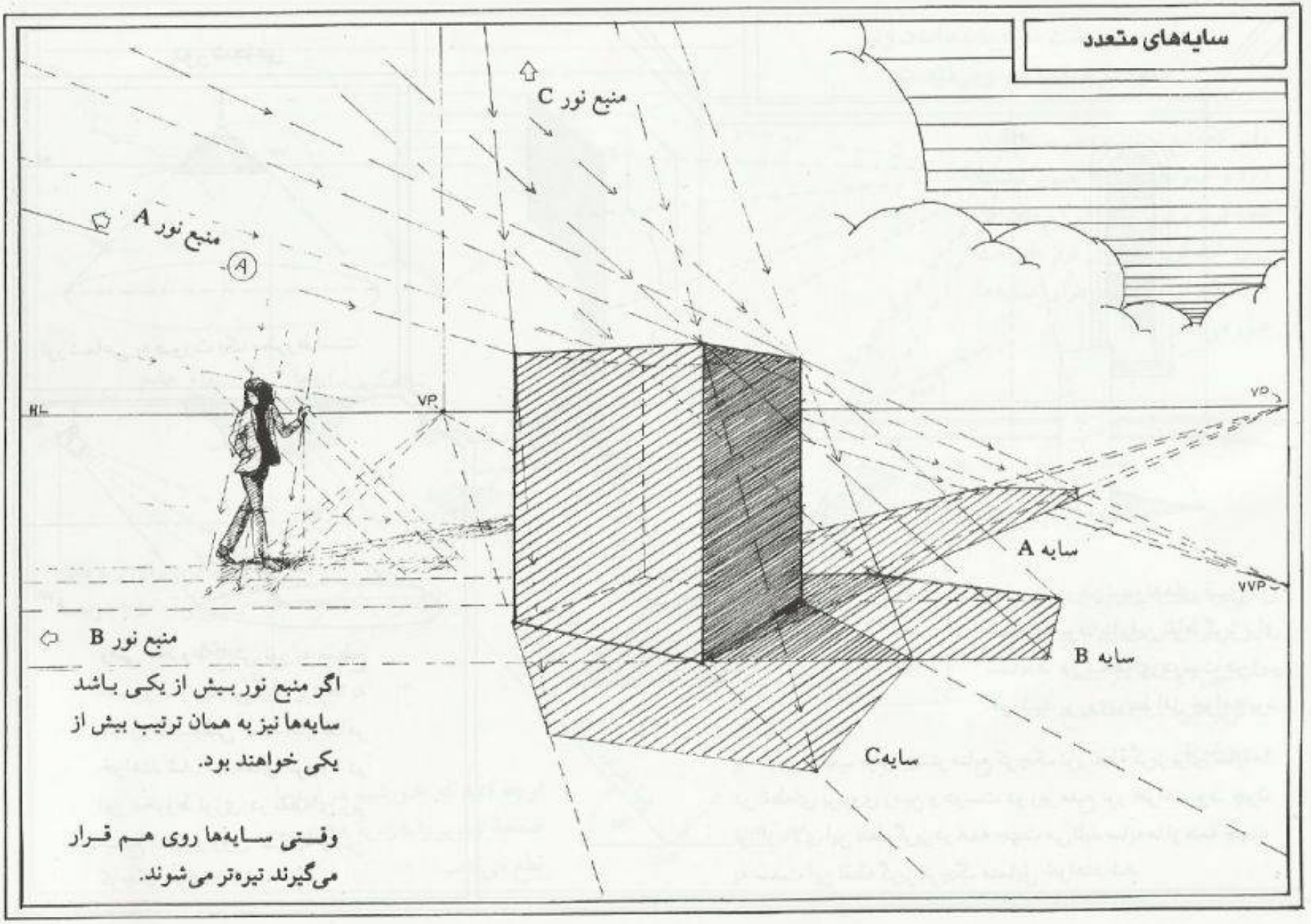



وقتی مخروط تابش نور به سطح مستوی با زاویه می‌تابد، پرتوها به صورت بیضی ناهنجار ظاهر خواهند شد. سایه‌های موجود در این مخروط نوری در نقطه‌ای زیر منبع نور و روی صفحهٔ زمین کوچک خواهند شد.

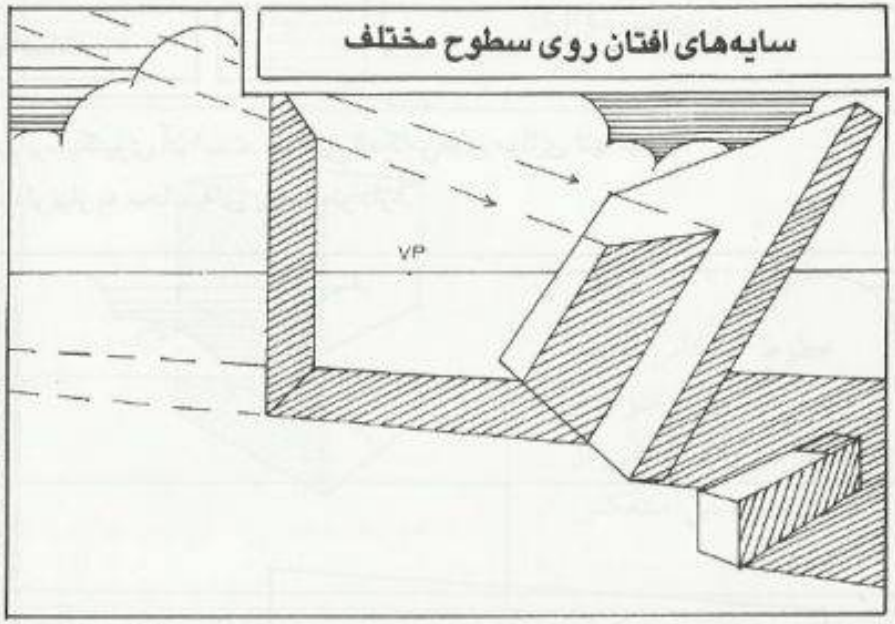


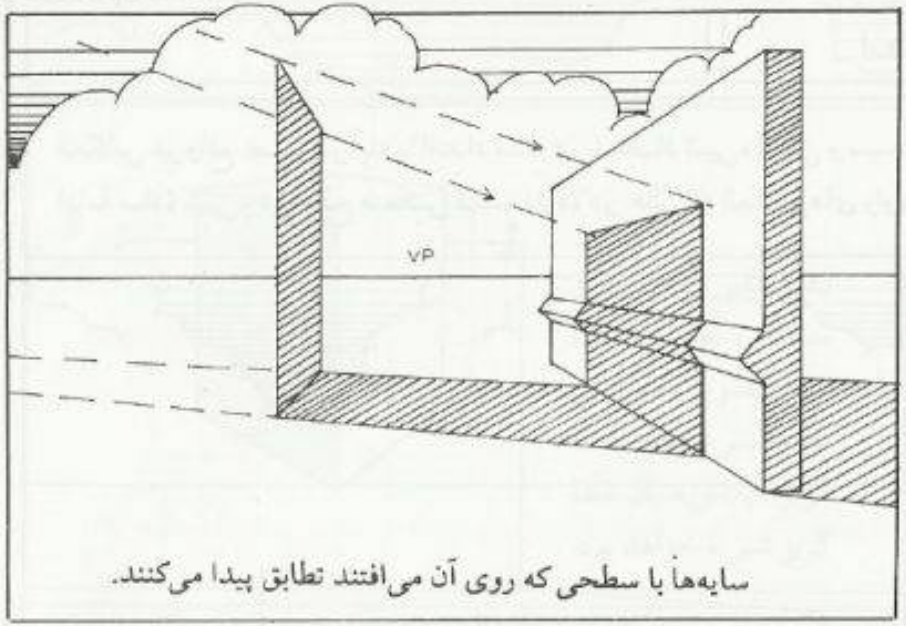

منبع نور در نمونه‌های قبل نور خورشید بود. بنابراین نقاط گریز برای سایه‌ها در نقطه‌ای درست در زیر خورشید بر روی خط افق خواهد بود.

به همین ترتیب برای بیشتر منابع کوچک نور نقطهٔ گریز برای سایه‌ها در نقطه‌ای بر روی زمین و درست در زیر منبع نور خواهد بود. چون نور از بالای این نقطه گریز در همه جهت می‌تابد سایه‌ها از همه جهت به سمت این نقطه گریز کوچک متمایل خواهند شد.

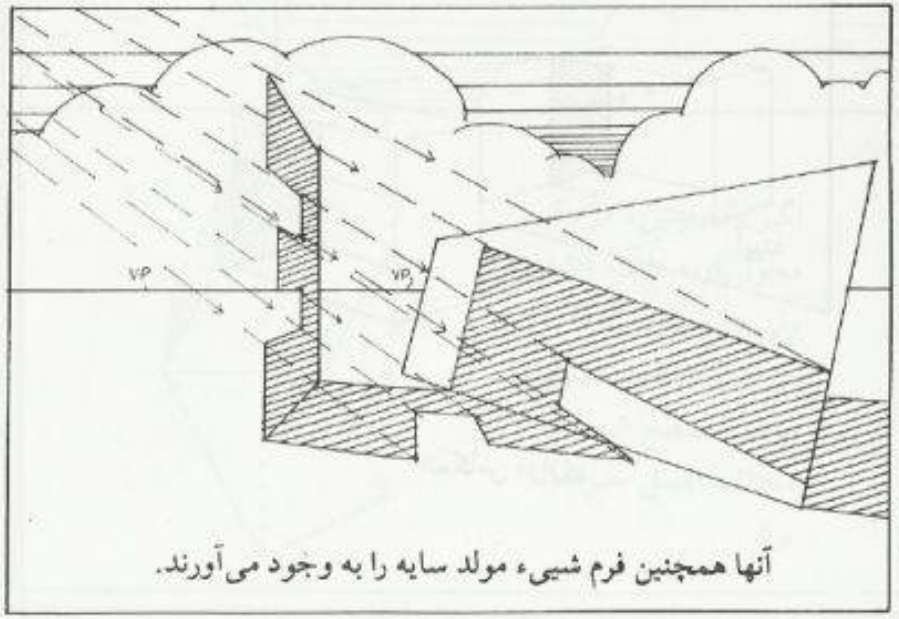

سایه‌های متعدد
منبع نور C
منبع نور A
A
VP
HL
VP
VVP
سایه A
سایه B
سایهC
منبع نور B
اگر منبع نور بیش از یکی باشد
سایه‌ها نیز به همان ترتیب بیش از
یکی خواهند بود.
وقتی سایه‌ها روی هم قرار
می‌گیرند تیره‌تر می‌شوند.

## سایه‌های افتان روی سطوح مختلف




سایه‌ها با سطحی که روی آن می‌افتند تطابق پیدا می‌کنند.




آنها همچنین فرم شیء مولد سایه را به وجود می‌آورند.