

# بخش دوم

## ترسیم فنی

## مقدمه

انسان در فضای زیست خود شش جهت اصلی چپ و راست، جلو و عقب و نیز بالا و پایین را ادراک می‌کند. این شش جهت در سه راستای عمود بر هم یعنی طول، عرض و ارتفاع خلاصه می‌شوند. بنابراین فضای زیست انسان سه بعدی است و همه پدیده‌های قابل مشاهده برای انسان دارای سه بعد طول، عرض و ارتفاع می‌باشند. حتی یک برگ نازک کاغذ که به نظر یک صفحه دو بعدی می‌آید دارای ارتفاعی بسیار بسیار اندک نسبت به دو بعد دیگرش است. انسان از دیرباز با درک این واقعیت که در فضای سه بعدی زیست می‌کند، ناگزیر شده است به شناخت و درک احجام روی آورد.

هندسه فضایی حاصل تلاش انسان در جهت درک فضای سه بعدی است و شاخه‌ای از آن دانش با نام ترسیم فنی زبانی برای انتقال ایده‌های ذهنی او برای شکل‌دهی و ساخت انواع مصنوعات از اشیاء کوچک گرفته تا ساختمان‌ها و وسایل حمل و نقل غول پیکر است.

در این بخش که به چهار فصل تقسیم شده است با هدف تقویت قوه تجسم فضایی شما که لازمه ترسیم نقشه احجام می‌باشد و یادگیری زبان ترسیم فنی که اساس نقشه‌کشی معماری است مباحث زیر را بی می‌گیریم:

در اولین فصل این بخش یعنی فصل پنجم با نگاهی اجمالی به ویژگی احجام شناخته شده هندسی که در سال‌های گذشته با آنها آشنا شده‌اید، با چند وجهی‌های منتظم آشنا می‌شویم.

در فصل بعد طبقه ترسیم احجام در قالب تصاویر دو بعدی را خواهیم آموخت.

فصل بعدی یا فصل هفتم اختصاص به آموزش چگونگی ترسیم برش از احجام دارد و در فصل هشتم یعنی فصل آخر این بخش ترسیم احجام در قالب تصاویر سه بعدی آموزش داده خواهد شد.



### احجام هندسی

اهداف رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- احجام ساده و ویژگی‌های آن را بشناسد.
- احجام افلاطونی چند وجهی‌های منتظم را نام ببرد.
- با ترسیم پلان گسترده احجام افلاطونی آنها را بسازد.

#### منشور، مکعب مستطیل و مکعب

اگر به خاطر داشته باشید در سال‌های گذشته منشور چنین تعریف شده بود :

منشور یک چند وجهی است که دو وجه آن همنهشت (مساوی) بوده و در دو صفحه موازی قرار گیرند و وجه‌های دیگر آن متوازی‌الاضلاع باشند.

در سال گذشته هم چنین با انواع مختلف منشور آشنا شدید آیا تعریف منشور مایل و قائم را به یاد دارید؟

می‌دانید که مکعب مستطیل در واقع یک منشور چهار ضلعی قائم است و مکعب یک مکعب مستطیل که طول یال‌های آن با هم برابرند. به عبارت دیگر هم‌چنان‌که در چهار ضلعی‌ها مستطیل، لوزی و مربع در واقع یک متوازی‌الاضلاع با ویژگی‌های خاص هستند مکعب مستطیل و مکعب نیز نوعی منشور با ویژگی‌های خاص می‌باشند.

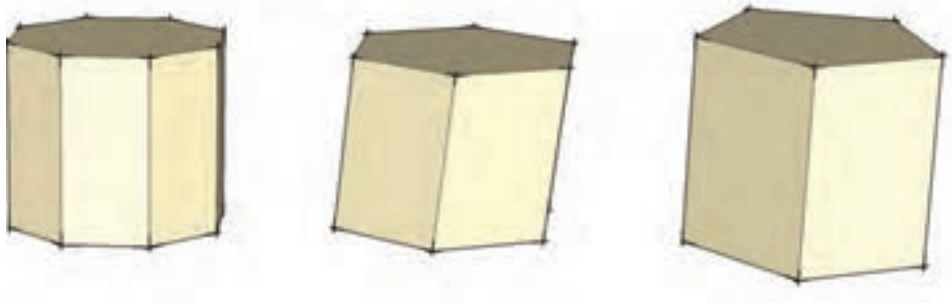
به همین ترتیب می‌دانید منشورهای خاص منشورهایی هستند که قاعده آنها چند ضلعی منتظم است. در شکل ۵-۱ به انواع منشور توجه کنید!

در سال‌های گذشته با احجام ساده هندسی آشنا شده‌اید. مکعب، مکعب مستطیل، منشور، استوانه، هرم، مخروط و کره را می‌شناسید. فضا‌های معماری ترکیبی از احجام مختلف‌اند همچنان‌که در تصاویر می‌بینید، در طول تاریخ و تقریباً در همه فرهنگ‌ها بشر در طراحی و ساخت عناصر و فضا‌های معماری از احجام یاد شده در بالا استفاده کرده است. به عنوان مقدمه‌ای جهت یادگیری چگونگی ترسیم احجام سه بعدی و با هدف درک بهتری از احجام ساده یادآوری آنچه در سال‌های گذشته درباره این احجام خوانده‌اید خالی از فایده نیست.

#### چند وجهی‌های تعریف شده (احجام ساده)

##### یادآوری

بخشی از فضا که از همه طرف به صفحه محدود می‌شود شکلی پدید می‌آورد که چند وجهی نامیده می‌شود. احجام ساده عبارت‌اند از : مکعب، مکعب مستطیل، منشور، استوانه، هرم، مخروط و کره.



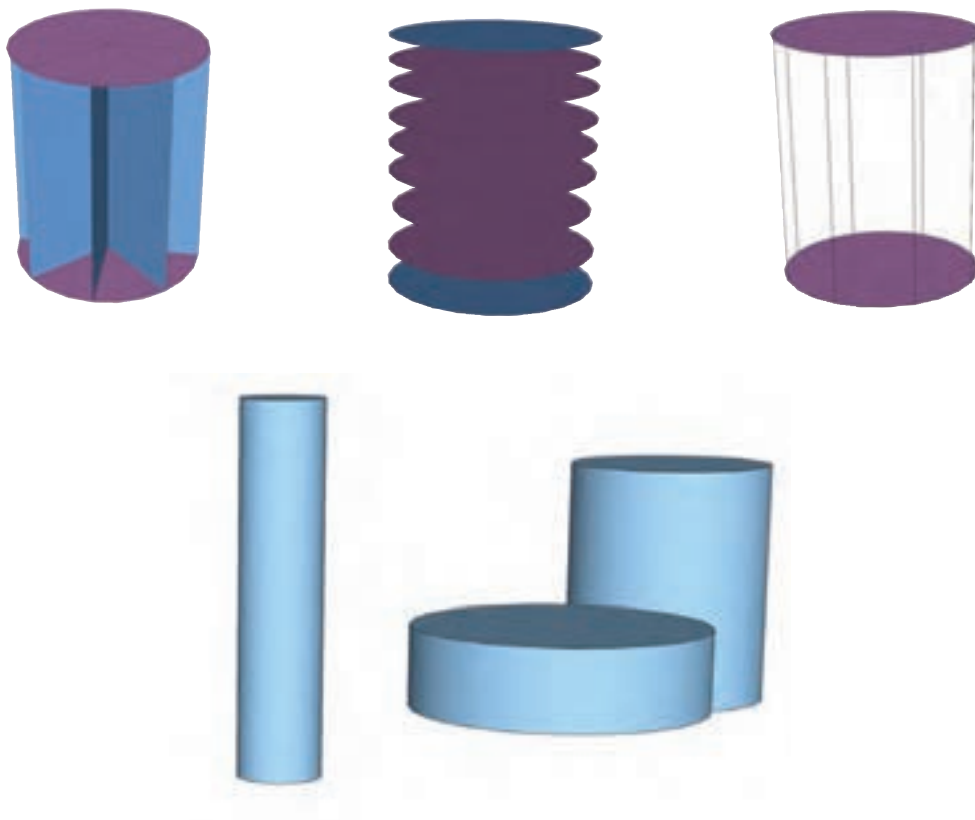
شکل ۵-۱

### از منشور تا استوانه

آیا می‌توانید با نگاهی به این شکل‌ها تعاریف جدیدی از استوانه بکنید.

مثلاً می‌توان گفت اگر پاره‌خطی که دو سر آن بر دو دایره مساوی و موازی تکیه داده است در محیط دایره حرکت کند یک استوانه را شکل داده است؟

استوانه شکلی فضایی مشابه منشور است که قاعده‌های آن به جای چند ضلعی دایره است. حتماً به یاد می‌آورید که استوانه نیز مانند منشور به دو نوع کلی قائم و مایل تقسیم می‌شود. در شکل ۵-۲ به انواع استوانه توجه کنید.



شکل ۵-۲

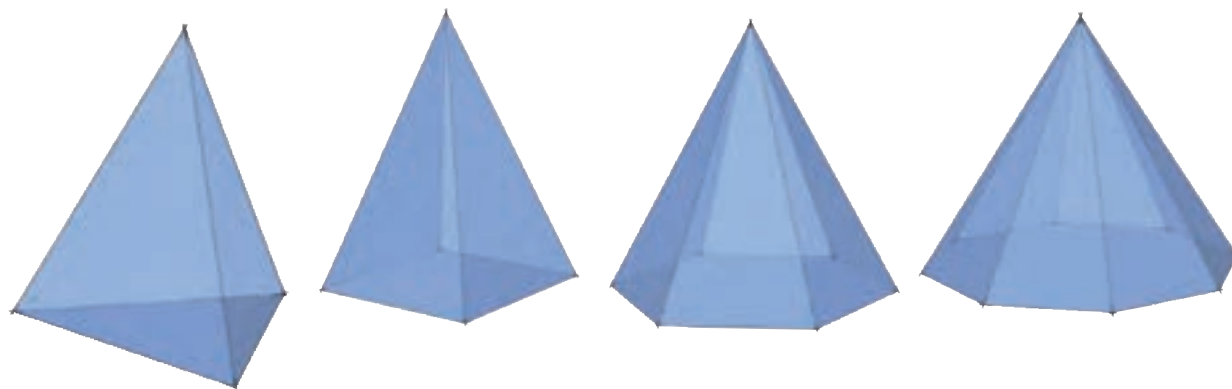
## هرم

قاعده هرم می‌تواند هر چند ضلعی باشد، اما وجه‌های جانبی آن همواره مثلثی شکل هستند.

اگر قاعده یک هرم چند ضلعی منتظم باشد و پای ارتفاع آن بر مرکز قاعده منطبق باشد هرم را منتظم می‌نامند (شکل ۵-۳).

هرم یک چند وجهی است که همه وجه‌های آن جز یکی در یک رأس مشترک‌اند.

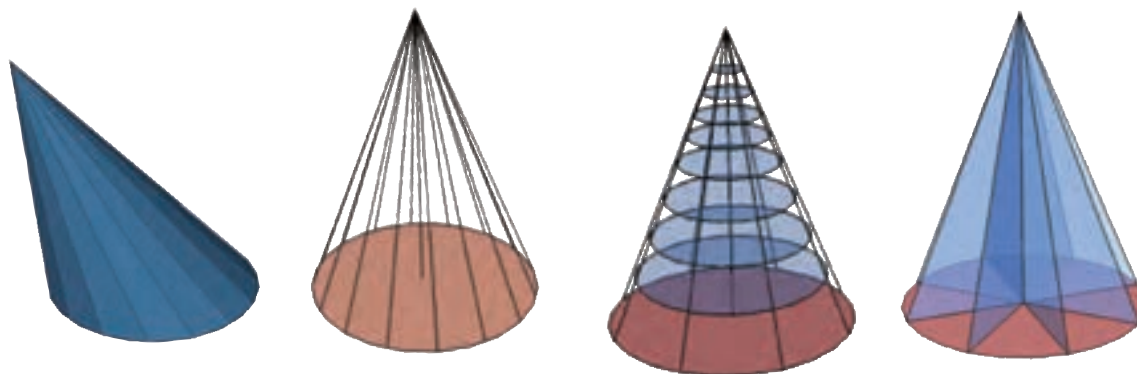
وجهی از هرم که رأس هرم در آن قرار ندارد، قاعده هرم و وجه‌های دیگر وجه‌های جانبی نامیده می‌شوند.



شکل ۵-۳

## از هرم تا مخروط

به یاد دارید که اگر قاعده هرم به جای چند ضلعی یک دایره باشد، هرم تبدیل به مخروط می‌شود. مخروط هم مانند استوانه به دو نوع مایل و قائم تقسیم می‌شود.

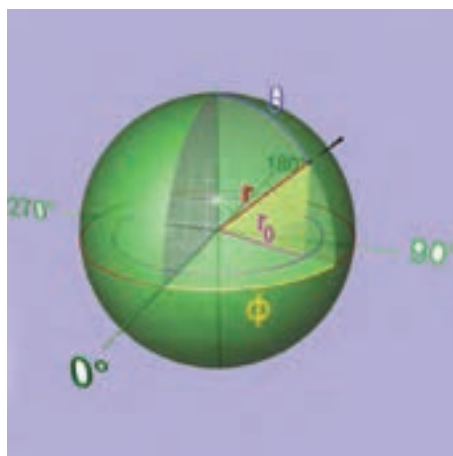


شکل ۵-۴

## کره

منحنی هستند اما قاعده‌های آنها مستوی است، ولی کره حجمی تماماً منحنی است و در میان احجام هندسی حجمی بسیار خاص و یکتا است. همچون دایره که در بین اشکال هندسی جایگاه ویژه‌ای دارد (شکل ۵-۵).

سال گذشته کره این‌گونه تعریف شد: مجموعه نقاطی از فضا که از یک نقطه ثابت به یک فاصله باشند. توجه دارید که اگر چه استوانه و مخروط هر دو دارای سطح



شکل ۵-۵ - کره

و اضلاع قاعده و در مورد مخروط و استوانه در مورد تناسبات شعاع قاعده و ارتفاع آن‌ها باشد. دقت شما در ساخت دقیق، ظریف و تمیز احجام و خلاقیتی که در شیوه ساخت آنها با راهنمایی معلم خود به کار می‌برید منجر به تولید تعداد زیادی حجم زیبا می‌شود که می‌تواند زینت بخش کارگاه شما باشد.

## احجام افلاطونی

احجام افلاطونی احجام منتظمی هستند که همه اضلاع و زوایای آنها با هم برابر است. یا از تعدادی وجه تشکیل یافته‌اند که همه آنها با هم برابرند. بر خلاف چند ضلعی‌های منتظم که تعداد آنها بی‌شمار است، چند وجهی‌های منتظم محدوداند. آیا شما حجم منتظمی می‌شناسید که همه یال‌ها و وجه‌های آن با هم برابر باشد؟ درست است مکعب یکی از آنها است. چند وجهی‌های منتظم که به احجام افلاطونی موسومند عبارت‌اند از:

یک ویژگی مهم کره این است که فقط با یک خصوصیت و آن هم فاصله ثابت همه نقاط آن از یک نقطه ثابت تعریف می‌شود. این خصوصیت باعث می‌شود که همه حجم‌های کروی شکل عالم مشابه هم باشند و تنها تفاوت آنها در اندازه‌هایشان باشد. آیا در میان حجم‌های تعریف شده در بالا حجم دیگری هم می‌شناسید که همواره یک حجم مشخص را بیان کند؟ صحیح است مکعب نیز چنین حجمی است. بدان معنا که همه مکعب‌های عالم کاملاً مشابه هم هستند.

حجم‌های دیگر چه؟

چند نوع منشور می‌توانید تصور کنید؟ هرم و مخروط و استوانه چطور؟

## تجربه کنیم

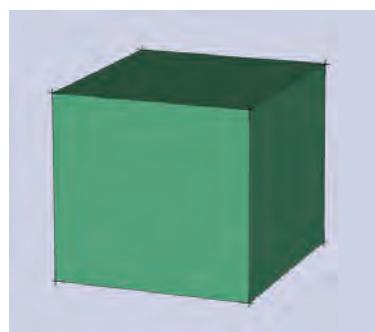
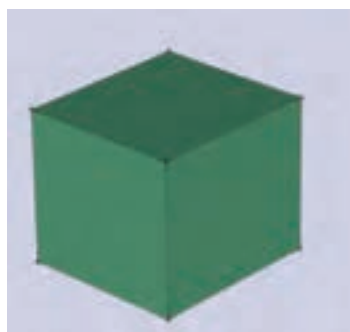
هر هنرجو یکی از چهار حجم منشور، هرم، استوانه و مخروط را انتخاب کند و تلاش کند ماکت چند نمونه متنوع از آن را بسازد. تنوع حجم‌ها می‌تواند در قائم یا مایل بودن آنها، در مورد منشور و هرم در تنوع اضلاع قاعده آنها و تناسبات ارتفاع

چهار وجهی منتظم یا هرم مثلث القاعده منتظم که از چهار مثلث متساوی الاضلاع یا سه ضلعی منتظم تشکیل شده است.



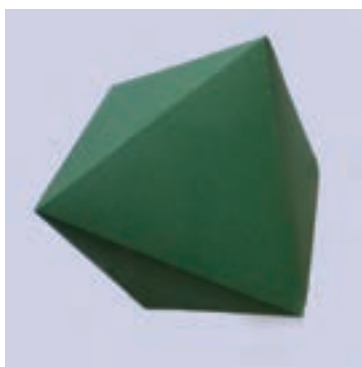
شکل ۵-۶

شش وجهی منتظم یا مکعب که از شش مربع تشکیل شده است.



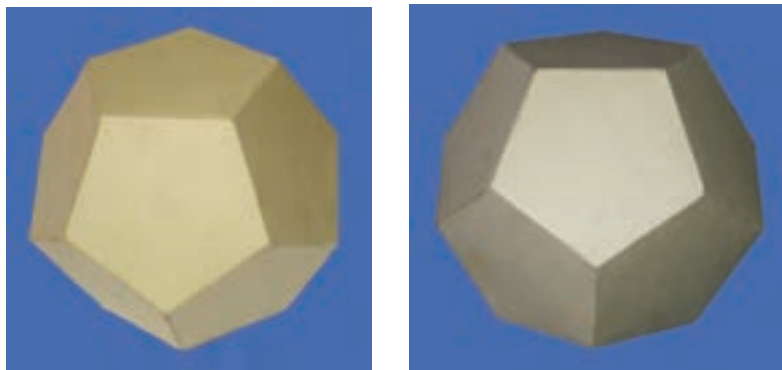
شکل ۵-۷

هشت وجهی منتظم که از هشت مثلث متساوی الاضلاع شکل گرفته است.



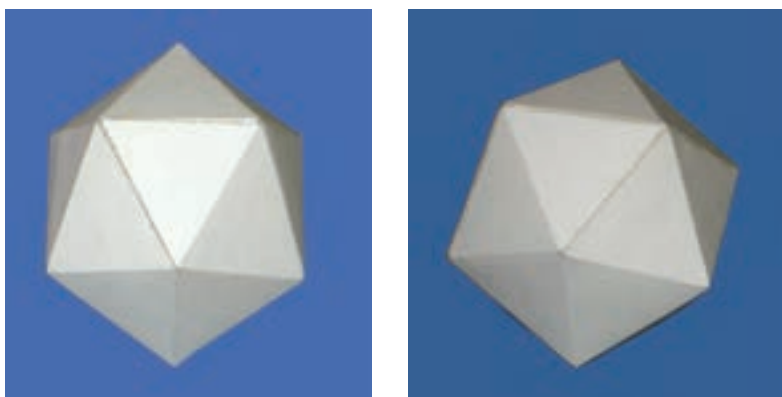
شکل ۵-۸

دوازده وجهی منتظم که از دوازده پنج ضلعی منتظم تشکیل شده است.



شکل ۵-۹

بیست وجهی منتظم که از بیست مثلث متساوی الاضلاع شکل گرفته است.

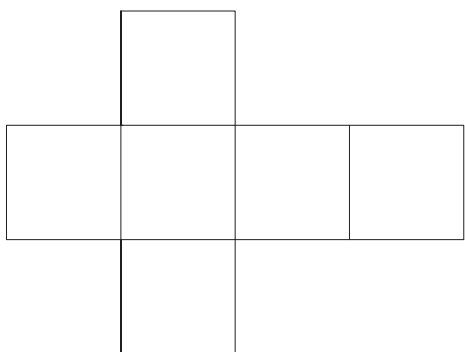


شکل ۵-۱۰

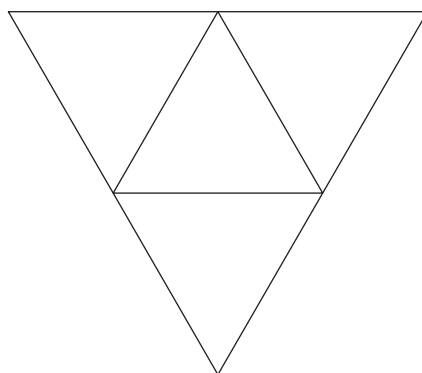
تمرین: یکی از احجام افلاطونی را انتخاب کنید و با راهنمایی معلم خود آن را بسازید. لازم است اول گسترده احجام را با دقت هر چه تمام تر ترسیم کنید. توجه داشته باشید که در مورد دوازده وجهی و بیست وجهی ضلع کوچکتری انتخاب شود تا حجم ساخته شده اندازه متوسط و مناسبی داشته باشد. در شکل های ۵-۱۱ تا ۵-۱۵ گسترده احجام را می بینید.

ملاحظه می کنید که سه تا از چند وجهی های منتظم از سه ضلعی منتظم تشکیل شده اند و دو دیگر از چهار ضلعی منتظم و پنج ضلعی منتظم. اگر دقت کرده باشید مکعب همان حجم استثنایی که در کنار کره دارای ویژگی خاصی است و همه انواع آن مشابه هم می باشند، در میان احجام افلاطونی قرار دارد. در واقع احجام افلاطونی هم یگانه و منحصر به فرد می باشند.

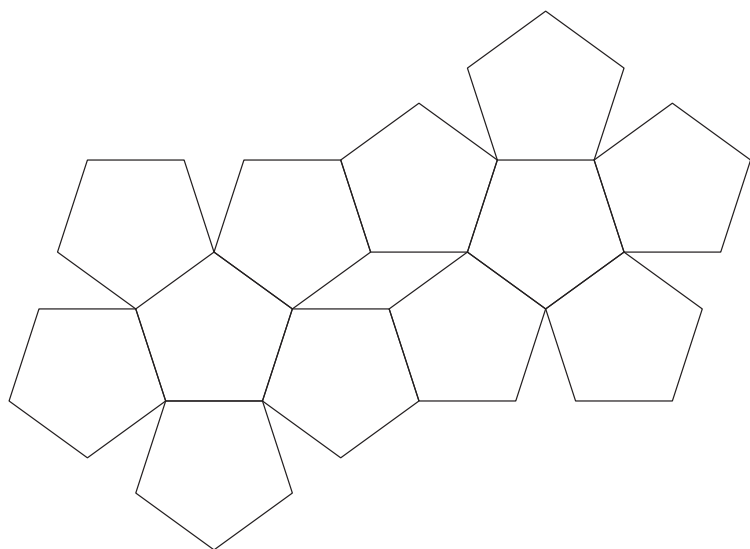




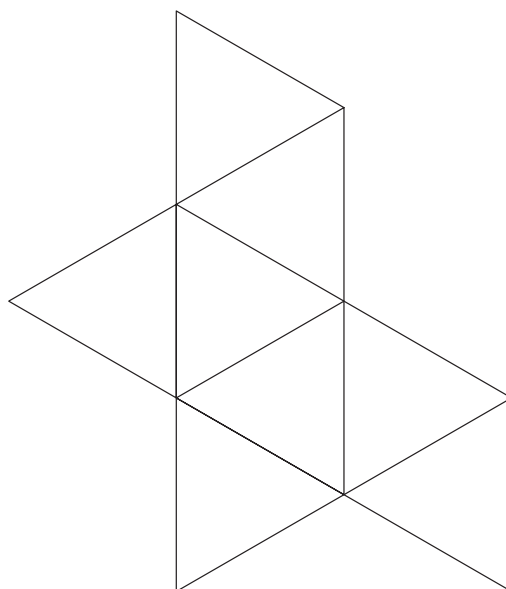
شکل ۵-۱۲



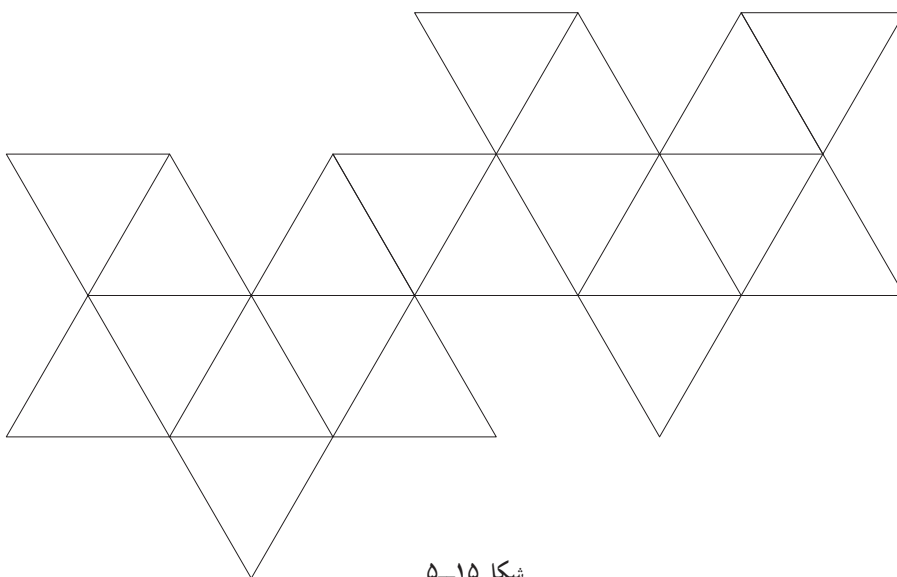
شکل ۵-۱۱



شکل ۵-۱۴



شکل ۵-۱۳



شکل ۵-۱۵

### تصاویر دو بعدی

اهداف رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- تصاویر دو بعدی را تعریف کند.
- تصویر نقطه را در دستگاه تصاویر دو بعدی ترسیم نماید.
- تصویر خط را در دستگاه تصاویر دو بعدی ترسیم کند.
- تصویر صفحه را در دستگاه تصاویر دو بعدی ترسیم کند.
- تصاویر احجام ساده هندسی را در دستگاه تصاویر دو بعدی ترسیم کند.
- تصاویر احجام مرکب هندسی را در دستگاه تصاویر دو بعدی رسم نماید.

کنید سه بعد طول و عرض و ارتفاع در آنها مشخص شده است. به ندرت اتفاق می‌افتد که ما به جسمی نگاه کنیم و بعد سوم را در آن تشخیص ندهیم. مانند شکل ۶-۲ که ناظر تقریباً در مقابل جسم واقع شده و فقط دو بعد آن قابل رؤیت است.

می‌دانیم فضای پیرامون ما، سه بعدی است. این سه بعد عبارت‌اند از : طول، عرض و ارتفاع  
هنگامی که به اجسام مختلف نگاه می‌کنیم اغلب اوقات می‌توانیم سه بعد را در آنها تشخیص دهیم. به تصاویر ۶-۱ نگاه



شکل ۶-۱

شکل و اندازه حقیقی آنها به خوبی معرفی نمی‌شود بنابراین اگر لازم باشد حجمی را به دیگران معرفی کنیم لازم است علاوه بر تصاویر سه بعدی از تصاویر دو بعدی نیز کمک بگیریم. در مواردی نیز تصاویر دو بعدی اطلاعاتی را به مخاطب می‌دهد که به هیچ وجه امکان ندارد در تصاویر سه بعدی ارائه شود.

تصاویری را هم که ما از یک جسم ترسیم می‌کنیم می‌تواند هر سه بعد آن را نمایش دهد که به آن تصاویر سه بعدی می‌گویند و یا فقط دو بعد آن را نشان دهد که تصاویر دو بعدی نام دارند. در تصاویر سه بعدی شکل ظاهری جسم به خوبی نشان داده می‌شود، و ما درک نسبتاً خوبی از کلیت جسم پیدا می‌کنیم. اما به دلیل آنکه همه وجه‌های آن کاملاً روبه‌روی دید ما قرار ندارد،



شکل ۶-۲

**تصویر افقی :** تصویر افقی منظری از بالای حجم یا بام ساختمان را نمایش می‌دهد. همان‌گونه که شکل ۶-۳ نشان می‌دهد در این نوع تصویر، شعاع‌های مصور خطوط قائم هستند که حجم یا ساختمان را بر روی یک صفحه افقی تصویر می‌کنند.

در این فصل ابتدا به صورت مقدماتی، مفهوم تصویر و انواع تصاویر دو بعدی مورد استفاده در ترسیم فنی معرفی شده و سپس کاربرد آنها و شیوه ترسیم این تصاویر در ساده‌ترین حالت بیان می‌شود.

## تصاویر دو بعدی

تصاویر دو بعدی تصویری هستند که در آنها، دو بعد از سه بعد فضا نمایش داده شده است؛ به عبارت دیگر تصاویر دو بعدی تصویری هستند که در هر کدام از آنها یکی از بعدهای سه گانه یک جسم رسم نشده نباشد. با توجه به این تعریف سه تصویر دو بعدی می‌توان تعریف نمود :

**تصویر افقی :** تصویری که در آن بعد ارتفاع رسم نشده

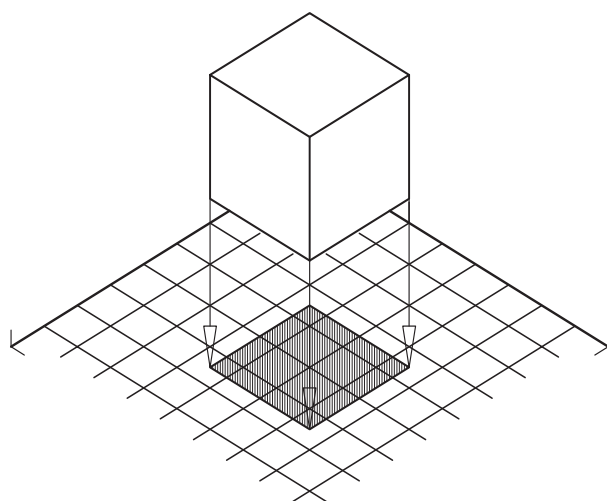
باشد.

**تصویر قائم :** تصویری که در آن بعد طول رسم نشده

باشد.

**تصویر جانب :** تصویری که در آن بعد عرض رسم نشده

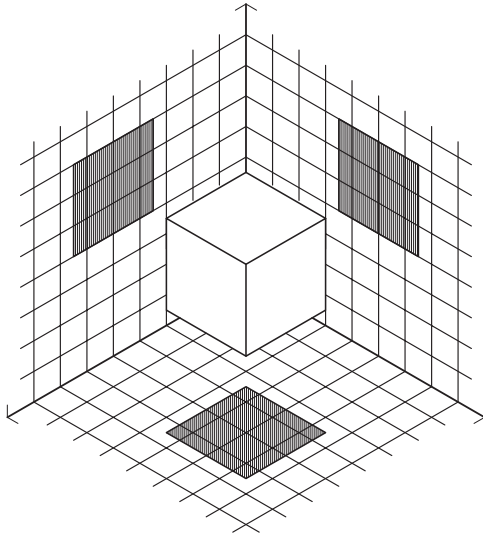
باشد.



شکل ۶-۳

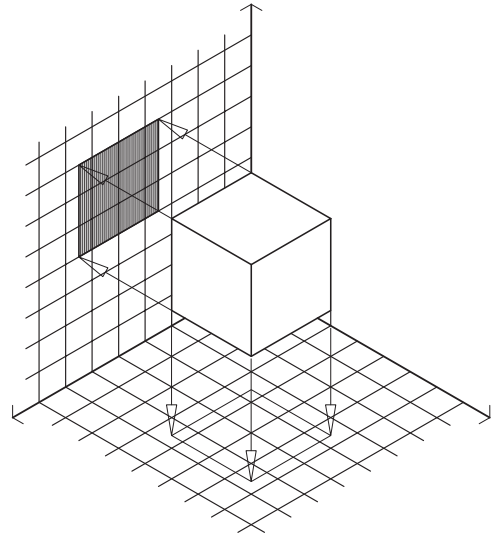
### دستگاه تصاویر دو بعدی

دستگاه تصاویر دو بعدی عبارت است از همنشینی صفحات تصاویر افقی، قائم و جانب در کنار یکدیگر، به گونه‌ای که طبق شکل ۶-۶ یک کنج ایجاد شود.



شکل ۶-۶

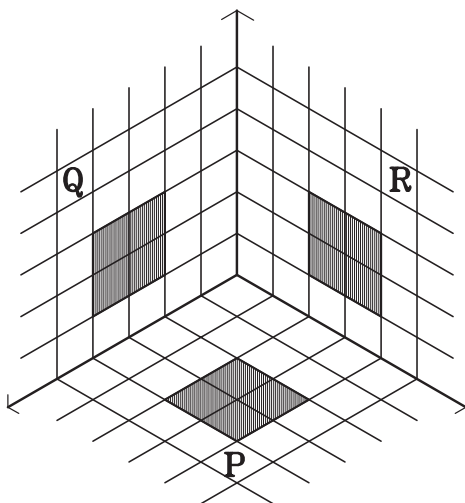
تصویر قائم: تصویری که منظری از روبه‌روی حجم یا ساختمان را نمایش می‌دهد. شکل ۶-۴ این تصویر را نمایش می‌دهد.



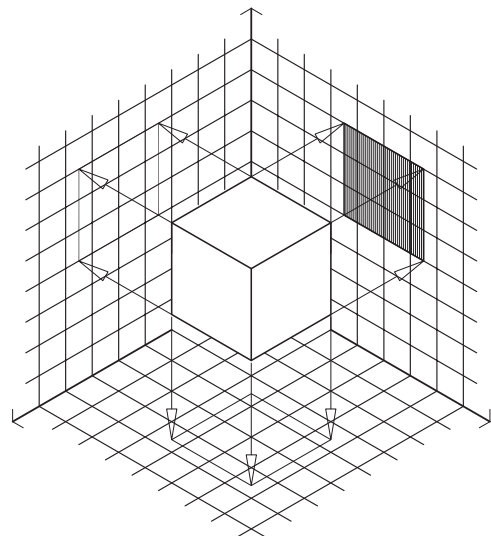
شکل ۶-۴

صفحات یاد شده دو به دو بر هم عمودند. شکل ۶-۷ این دستگاه را معرفی می‌کند. در این شکل، صفحه (P) معرف صفحه تصویر افقی، (Q) معرف صفحه تصویر قائم، و (R) معرف صفحه تصویر جانب می‌باشد. در این شکل تصاویر دو بعدی یک

تصویر جانب: تصویری که منظری از جانب چپ یا جانب راست را نمایش می‌دهد. آنچه که در میان تصویر دو بعدی سه‌گانه مرسوم است، بیشتر جانب چپ می‌باشد. شکل ۶-۵ این تصویر را نمایش می‌دهد.

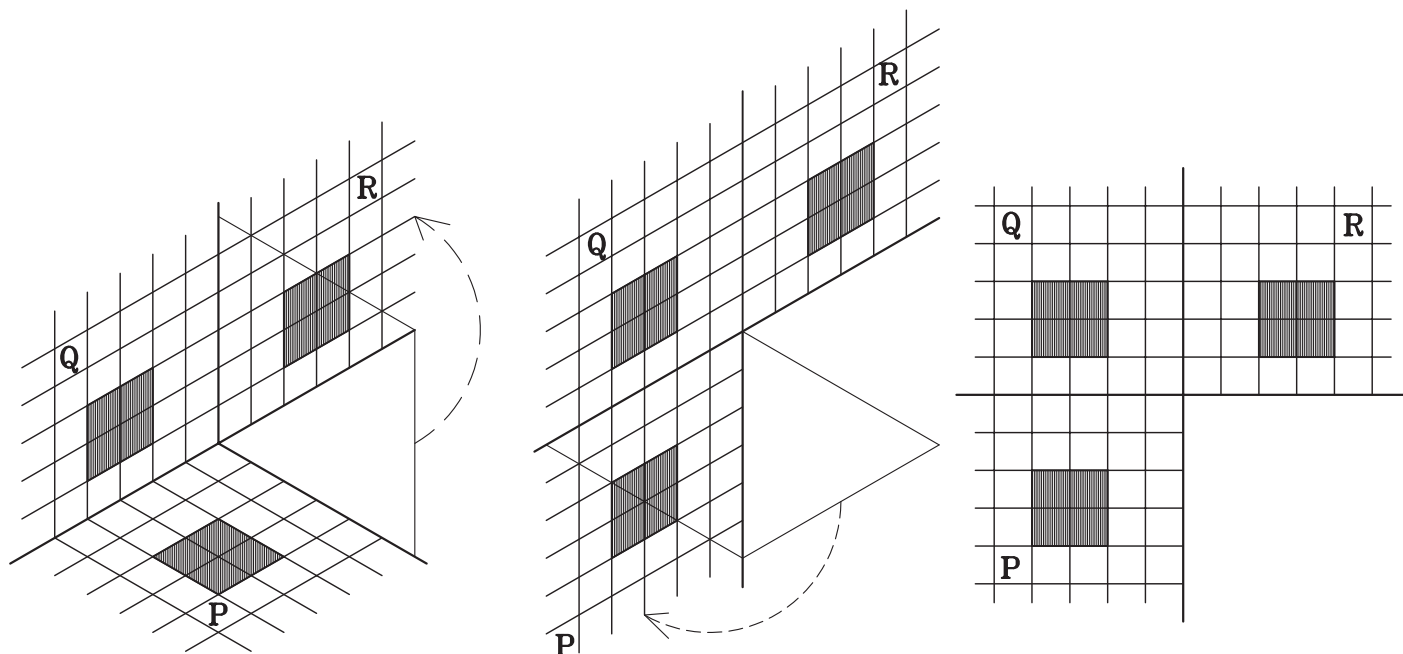


شکل ۶-۷



شکل ۶-۵

مکعب مربع بر روی صفحات تصویر نیز رسم شده است. همان گونه سه بعدی معرفی شده اند. برای نمایش تصاویر در یک دستگاه که این شکل نشان می دهد، تصاویر دو بعدی در یک دستگاه دو بعدی باید صفحات تصویر از هم جدا شوند (شکل ۶-۸).



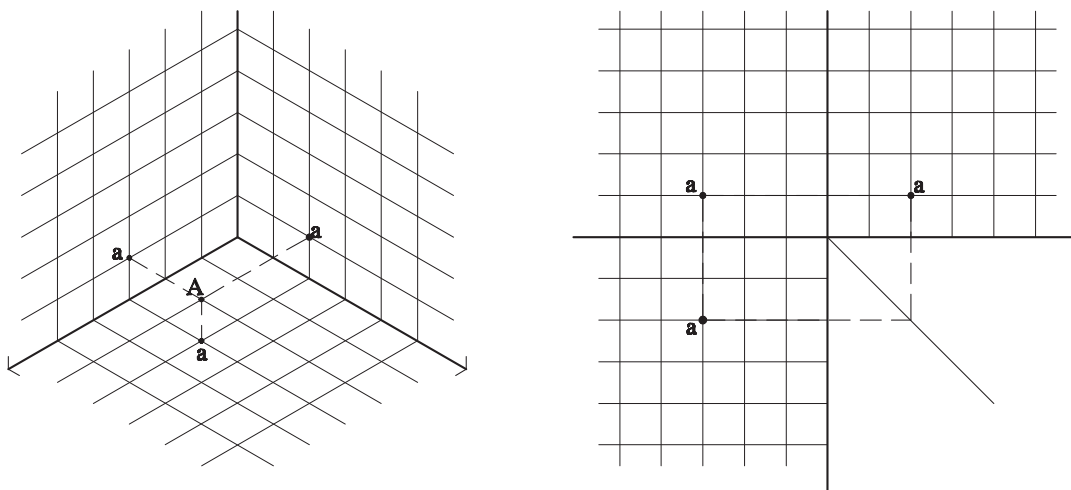
شکل ۶-۸

تصاویر سه گانه یک نقطه معرفی می شود.

مثال : نقطه A با طول ۲، عرض ۳ و ارتفاع ۱ به صورت  $A(2, 3, 1)$  معرفی می شود. تصویر افقی (a)، تصویر قائم (a') و تصویر جانب (a'') آن در شکل ۶-۹ رسم شده است.

### تصویر نقطه

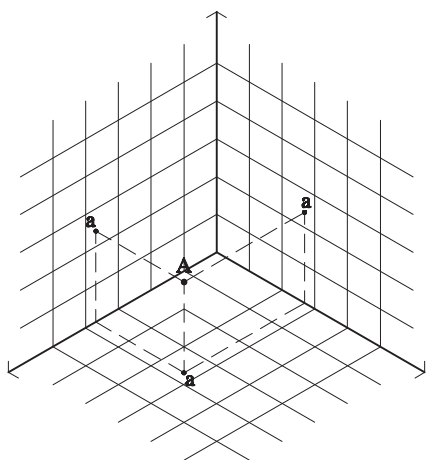
تصویر نقطه بر روی هر کدام از صفحات تصویر دو بعدی، یک نقطه است. همان گونه که در معرفی صفحات تصویر دو بعدی ذکر شد، هر نقطه در فضا با توجه به دستگاه تصاویر دو بعدی دارای سه بعد طول، عرض و ارتفاع می باشد که با توجه به این سه بعد



شکل ۶-۹

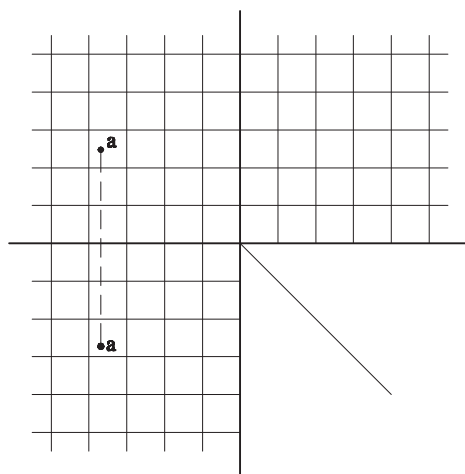
در تصویر جانبی نیز بعد عرض مشخص نیست. فاصله تصویر نقطه تا صفحه افق معرف ارتفاع نقطه، و فاصله آن تا صفحه قائم معرف طول نقطه A می‌باشد. به خط‌های رابط که ارتباط سه صفحه را نشان می‌دهد توجه کنید.

تمرین ۱: در شکل ۶-۱۰ تصاویر افقی و قائم نقطه A مشخص شده تصویر نیم‌رخ آن را پیدا کنید.



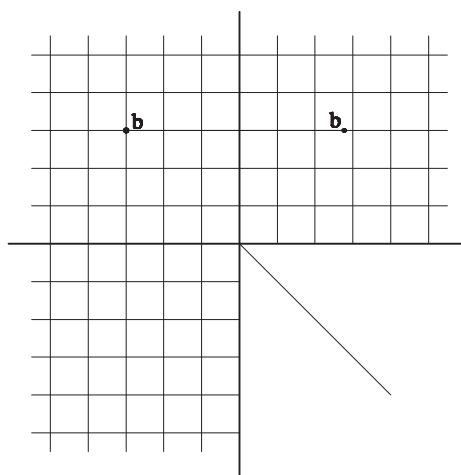
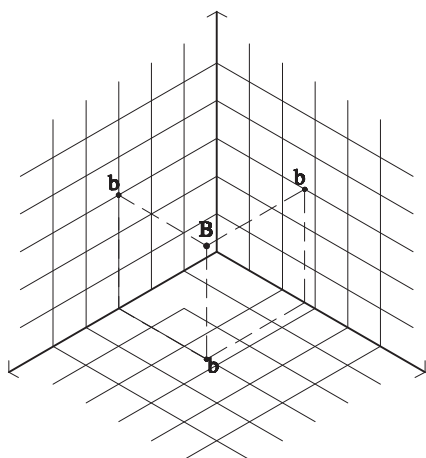
همان‌گونه که در مثال بالا نیز دیده می‌شود، در تصویر افقی، بعدهای طول و عرض مشخص بوده و بعد ارتفاع مشخص نمی‌باشد. در تصویر افقی فاصله تصویر نقطه از صفحه قائم به عنوان طول و فاصله تصویر نقطه از صفحه نیم‌رخ به عنوان عرض تعریف می‌شود.

در تصویر قائم بعد طول مشخص نیست. فاصله تصویر نقطه از صفحه افق معرف ارتفاع و فاصله تصویر نقطه از صفحه نیم‌رخ معرف عرض است.



شکل ۶-۱۰

تمرین ۲: در شکل ۶-۱۱ تصاویر نیم‌رخ و قائم نقطه B مشخص شده تصویر افقی آن را پیدا کنید.



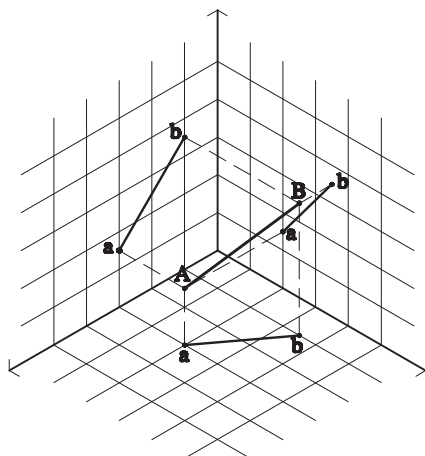
شکل ۶-۱۱

کنیم آیا می‌توانیم تصویر یک پاره‌خط راست را در صفحات تصویر رسم نماییم؟

آیا اگر تصاویر دو سر پاره‌خط را پیدا کنیم و آنها را به هم متصل نماییم تصویر خط مشخص می‌شود؟

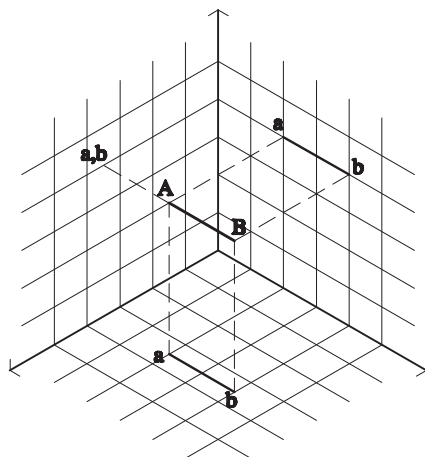
مثال: تصاویر سه گانه خط  $AB$  در شکل ۶-۱۲ رسم

شده است.



شکل ۶-۱۲

افق و نیم‌رخ هم، نقاط خط از صفحه قائم به یک فاصله‌اند.  
تمرین ۱: آیا می‌توانید تصاویر سه گانه خط  $AB$  را در شکل ۶-۱۳ ترسیم کنید؟



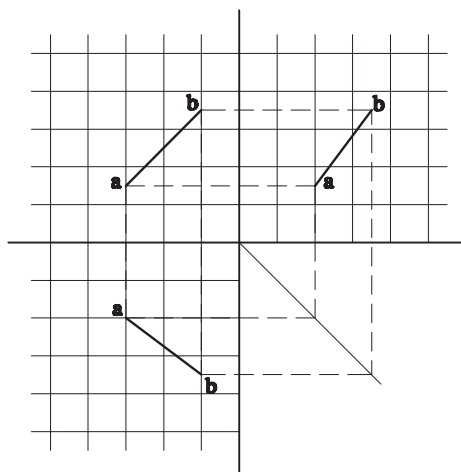
شکل ۶-۱۳

تمرین ۳: تصاویر دو بعدی نقطه  $B(2, 1, 0)$  را در دستگاه تصاویر دو بعدی رسم کنید.

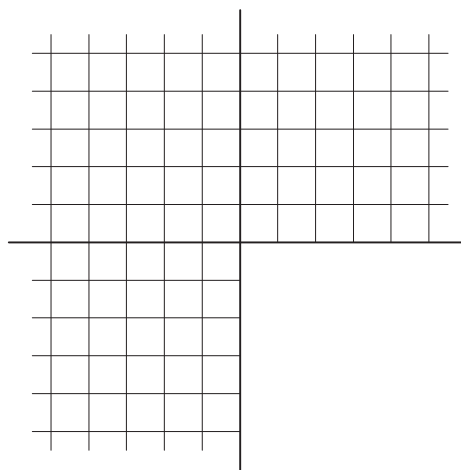
تمرین ۴: تصاویر دو بعدی نقطه  $O(0, 0, 0)$  را در دستگاه تصاویر دو بعدی رسم کنید.

## تصویر خط

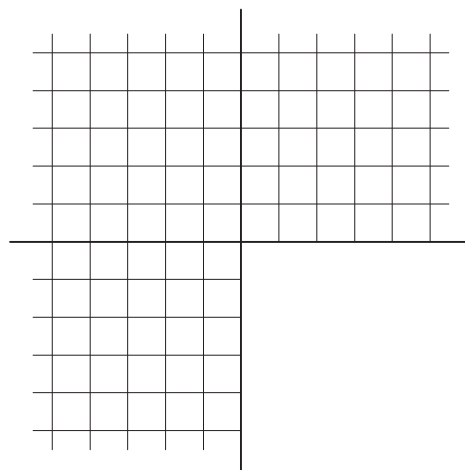
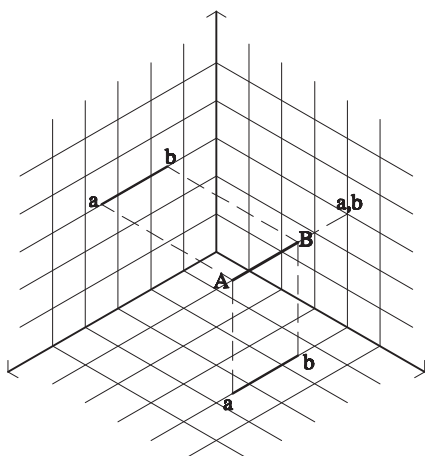
اگر بتوانیم تصویر یک نقطه را در صفحات تصویر ترسیم



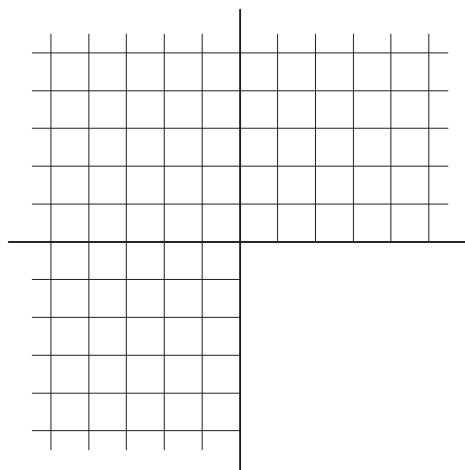
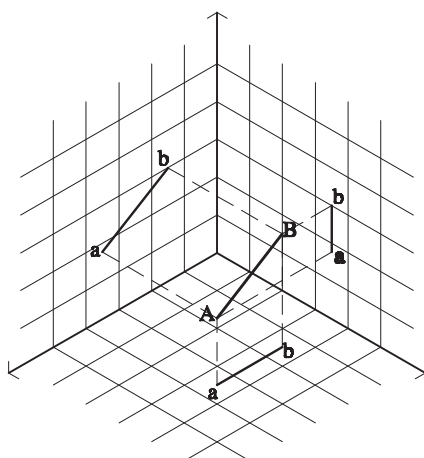
به خط‌های رابط دقت کنید. توجه کنید که در دو صفحه قائم و نیم‌رخ ارتفاع نقاط یکی است. همچنین در دو صفحه قائم و افق فاصله نقاط از صفحه نیم‌رخ با هم مساوی است. و در دو صفحه



تمرین ۲: در هر یک از شکل‌های ۶-۱۴ و ۶-۱۵ تصاویر  
دو بعدی خط AB را ترسیم کنید.



شکل ۶-۱۴



شکل ۶-۱۵

## تمرین

۳- تصاویر افقی، قائم و جانب خطی را رسم کنید که با

زمین موازی بوده و نقطه G بر روی آن خط دارای مختصات  
(۳، ۲، ۲) باشد.

۴- در هر یک از شکل‌های ۶-۱۶ و ۶-۱۷ تصاویر دو

بعدی خط AB را ترسیم کنید.

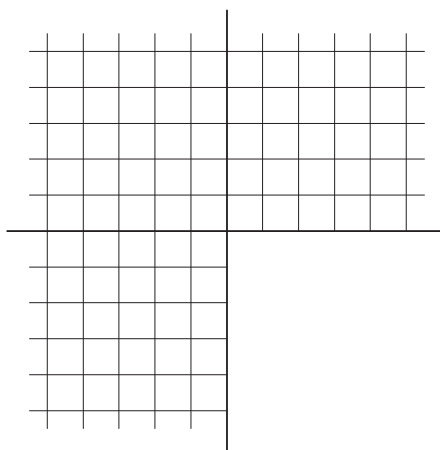
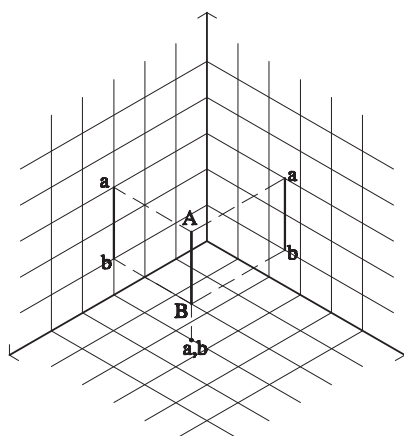
۱- تصاویر افقی، قائم و جانب خط CD را رسم کنید.

$C(1, 1, 1)$  و  $D(2, 2, 2)$

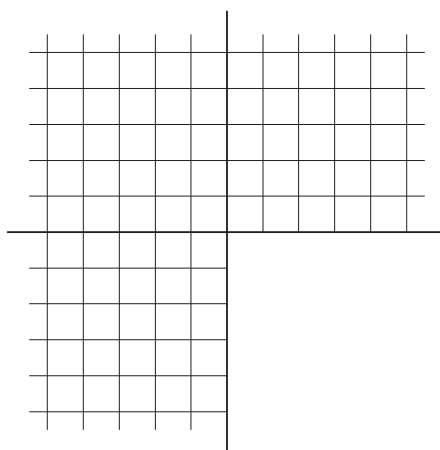
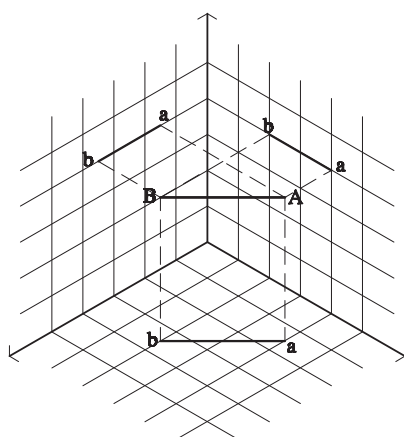
۲- تصاویر افقی، قائم و جانب خط EF را رسم کنید.

نقطه E دارای طول ۲ و عرض ۶ می‌باشد. نقطه F دارای طول ۴  
و عرض ۱ است. ارتفاع هر دو نقطه نیز ۳ می‌باشد.





شکل ۶-۱۶

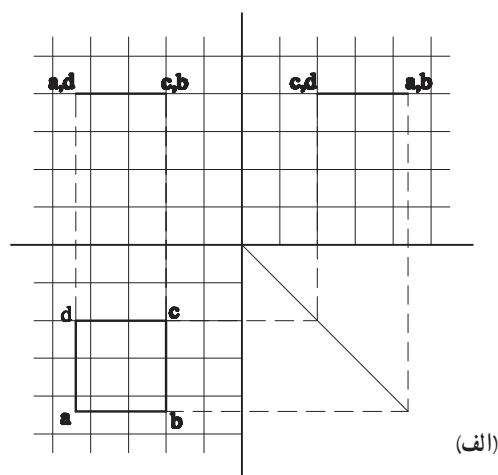
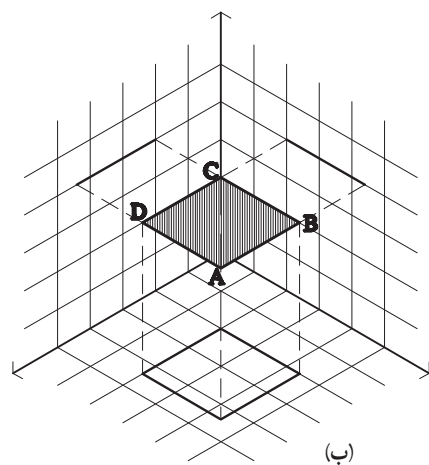


شکل ۶-۱۷

### تصویر صفحات محدود شده

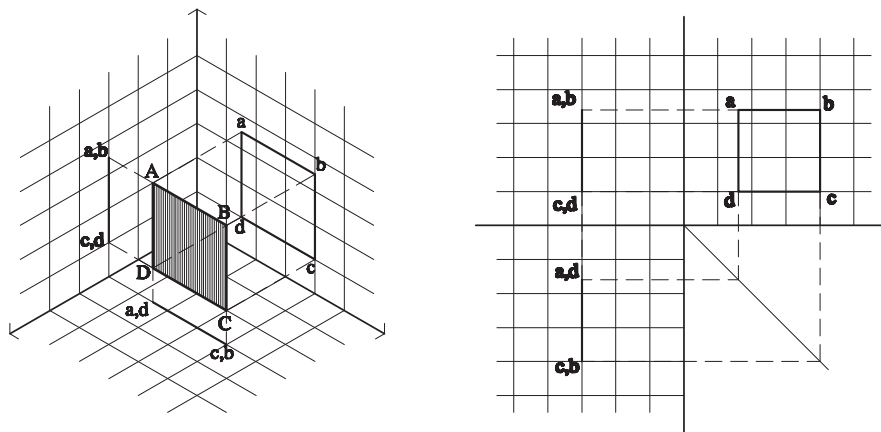
یک صفحه موازی با صفحه افق است که تصاویرش بر سه صفحه ترسیم شده است. مشاهده می‌کنید که تصویر این مربع در صفحه افق، مربعی مساوی مربع اصلی است و در دو صفحه قائم و نیم‌رخ به صورت یک خط دیده می‌شود.

صفحات از نقاط و خطوط تشکیل شده‌اند. اگر چگونگی تصویر خط‌ها را بر صفحات تصویر آموخته باشیم، ترسیم تصویر صفحات ساده است. به شکل ۶-۱۸ دقت کنید. مربع ABCD



شکل ۶-۱۸

در شکل ۱۹-۶ یک مربع در حالتی که موازی با صفحه نیمرخ است، تصویر شده است.

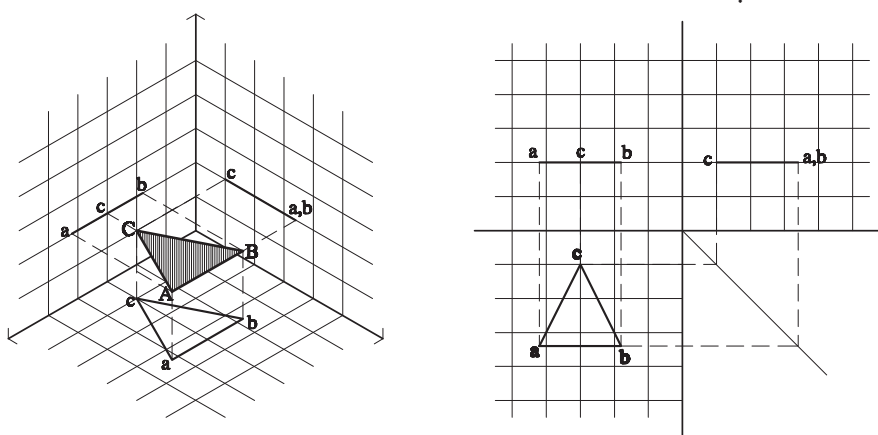


شکل ۱۹-۶

تمرین: مربعی هم اندازه مربع‌های دو مثال بالا در صفحات تصویر ترسیم کنید. در حالتی که مربع با صفحه تصویر قائم موازی باشد و از آن ۲ واحد فاصله داشته باشد.

در شکل ۲۰-۶ تصویر یک مثلث موازی با افق ترسیم

شده است.

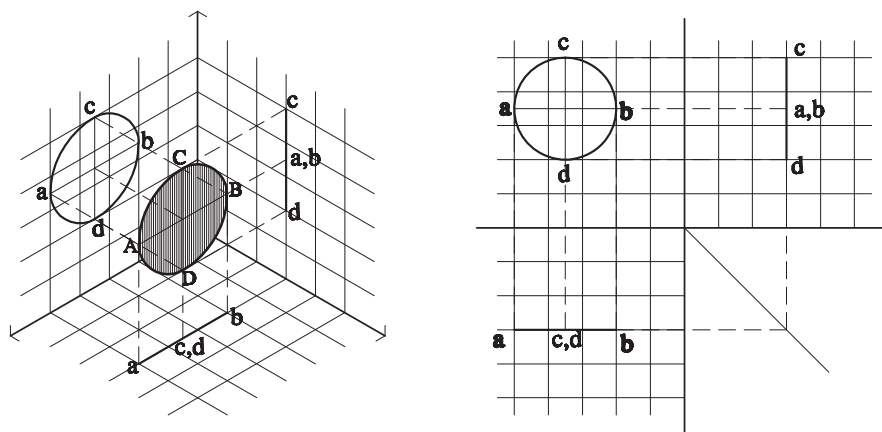


شکل ۲۰-۶

تمرین: آیا می‌توانید تصاویر مثلث‌هایی را ترسیم کنید که با صفحات قائم و نیمرخ موازی باشند؟

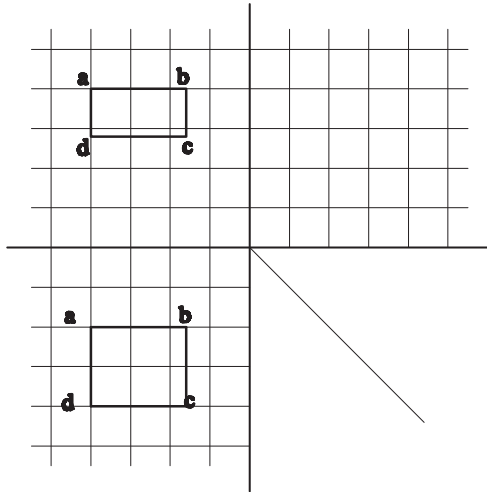
در شکل ۲۱-۶ تصاویر یک دایره بر صفحات تصویر

ترسیم شده است.

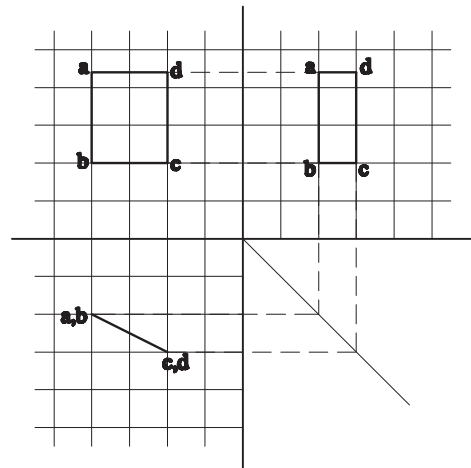


شکل ۲۱-۶

به شکل ۶-۲۲ توجه کنید سه تصویر یک صفحه مستطیل شکل ترسیم شده است. این صفحه بر صفحه افق تصویر عمود است.



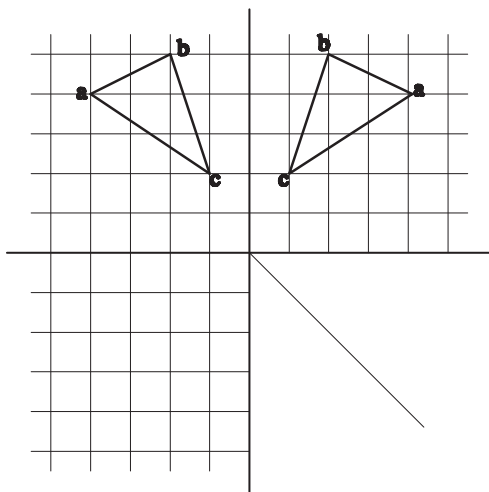
شکل ۶-۲۴



شکل ۶-۲۲

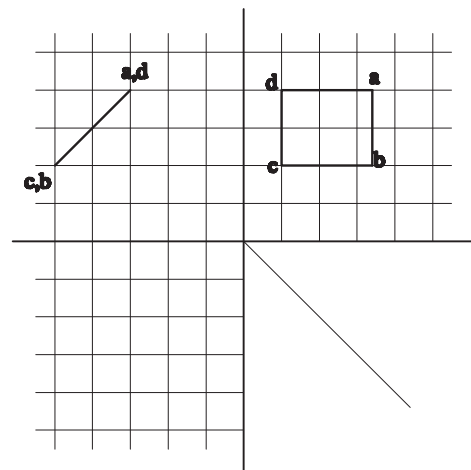
آیا می‌توانید تصویر سوم مثلث شکل ۶-۲۵ را ترسیم

کنید؟



شکل ۶-۲۵

تمرین: در هر یک از شکل‌های ۶-۲۳ تا ۶-۲۵ دو تصویر از یک صفحه ترسیم شده است. با توجه به شکل بالا آیا می‌توانید تصویر سوم آنها را رسم کنید. این صفحات چه حالتی نسبت به صفحات تصویر دارند؟



شکل ۶-۲۳

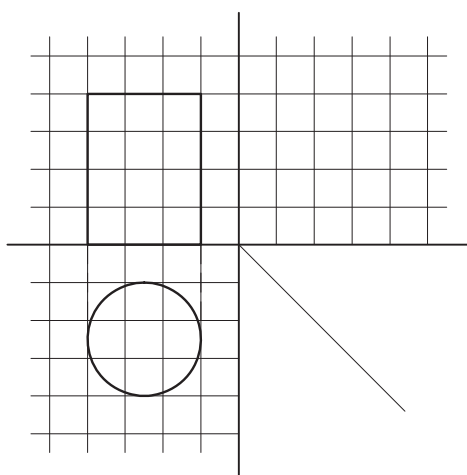
## تصویر احجام ساده

حجم‌ها هم، از تعدادی صفحه شکل گرفته‌اند. اگر بتوانیم یک حجم را به صفحات و خطوط تفکیک کنیم، می‌توانیم تصاویر آنها را در صفحات تصویر رسم نماییم.

احجام ساده عبارت‌اند از: مکعب، استوانه، هرم، مخروط و کره.

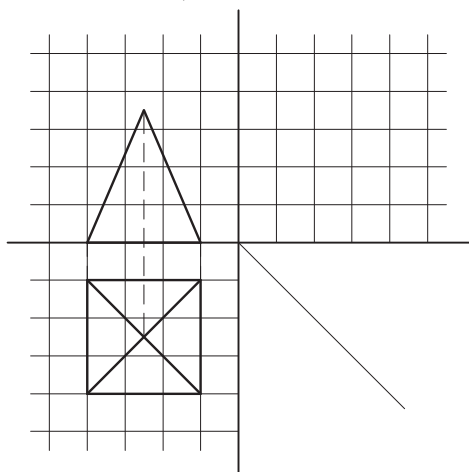
سایر احجام را می‌توان ترکیبی از احجام ساده و یا بخشی از آنها دانست.

مکعب: تصاویر افقی، قائم و جانب مکعب، یک مربع می‌باشد. شکل ۶-۲۶ این تصاویر را نمایش می‌دهد.



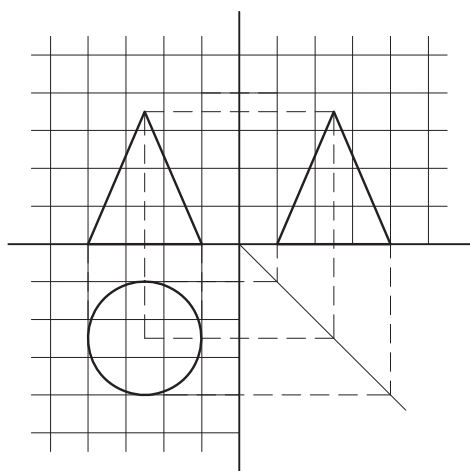
شکل ۶-۲۷

هرم: در شکل ۶-۲۸ تصاویر دو بعدی هرم مربع‌القاعده ترسیم شده است. آیا می‌توانید تصویر سوم آن را رسم کنید؟

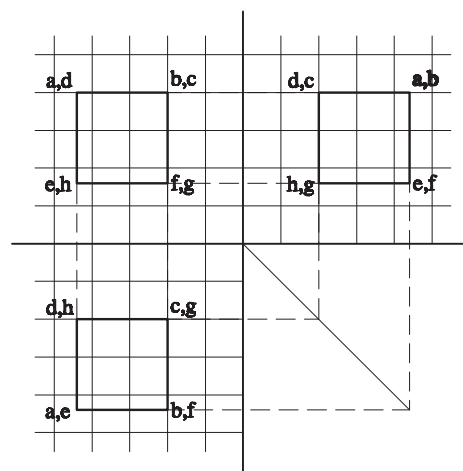


شکل ۶-۲۸

مخروط: در شکل ۶-۲۹ تصاویر دو بعدی مخروط ترسیم شده است.



شکل ۶-۲۹



شکل ۶-۲۶

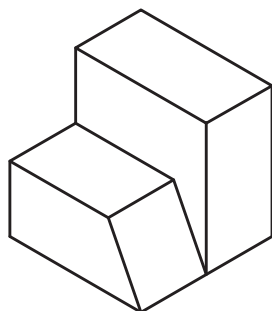
تصویر افقی مکعب، یک صفحه افقی (موازی با صفحه افق) است که توسط چهار خط محدود شده است. تصویر قائم آن نیز یک صفحه موازی با صفحه قائم و تصویر جانب آن نیز یک صفحه موازی با صفحه جانب است که هر کدام توسط چهار خط محدود شده است.

استوانه: در شکل ۶-۲۷ دو تصویر از تصاویر دو بعدی استوانه رسم شده است. آیا می‌توانید تصویر سوم آن را رسم کنید؟

## تمرین

به شکل ۳-۶ دقت کنید آیا می‌توانیم این شکل را در یک

مکعب مستطیل مشابه شکل ۳۱-۶ محاط کنیم؟



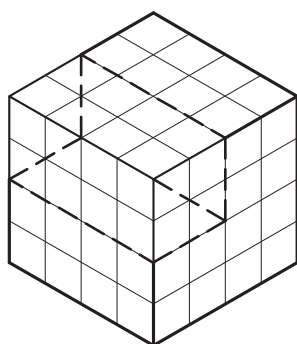
شکل ۳-۶

در شکل ۳۱-۶ حجمی معرفی شده است که می‌توان آن

را از یک مکعب به‌دست آورد. بنابراین با ترسیم تصاویر مکعب

و فهم رابطه بین این حجم و مکعب، تصاویر دو بعدی حجم یاد

شده رسم می‌شود.



شکل ۳۱-۶

۱- تصاویر دو بعدی هرم مثلث القاعده‌ای را رسم کنید که

طول هر ضلع قاعده آن ۶ واحد و ارتفاع هرم ۱۰ واحد باشد.

۲- تصاویر دو بعدی کره‌ای را رسم کنید که شعاع آن ۴

واحد باشد.

## ترسیم تصاویر دو بعدی احجام ترکیبی

روش اول: احجام معمولاً ترکیبی از احجام ساده هستند.

برای ترسیم تصاویر دو بعدی احجام مرکب، می‌توان با

محاط کردن حجم مرکب در یک حجم ساده و تصور یک کلیت

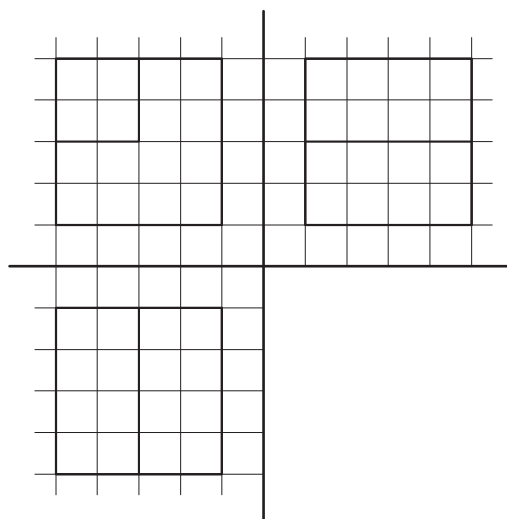
ساده برای آن، ابتدا تصویر آن کلیت ساده را رسم نمود. سپس

با توجه به رابطه بین حجم ساده و حجم مرکب به تکمیل تصویر

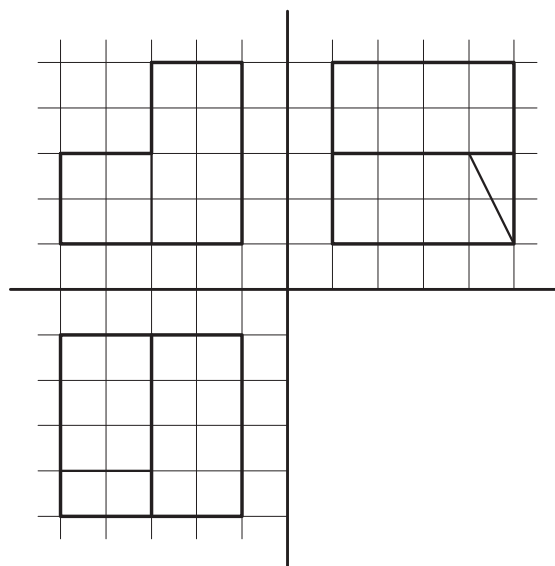
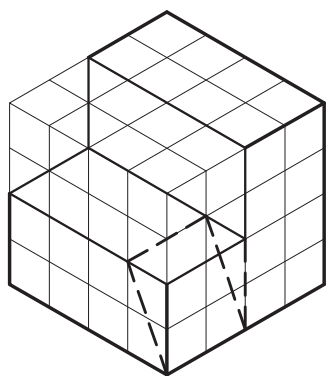
رسم شده پرداخت. به عبارت دیگر باید به این سؤال پاسخ داد که

با انجام چه تغییراتی در یک حجم ساده می‌توان به حجم مرکب

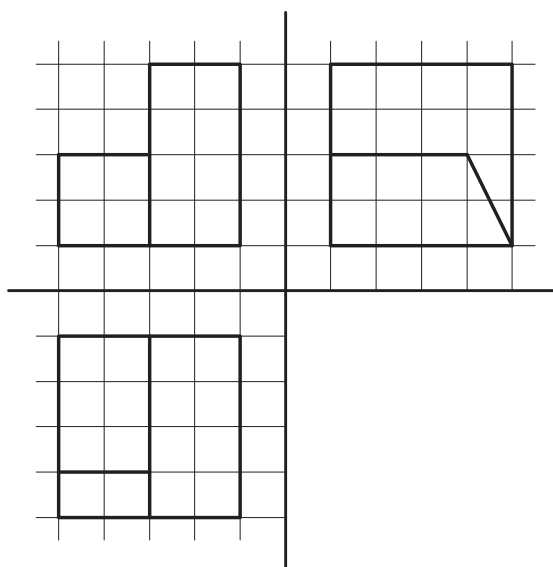
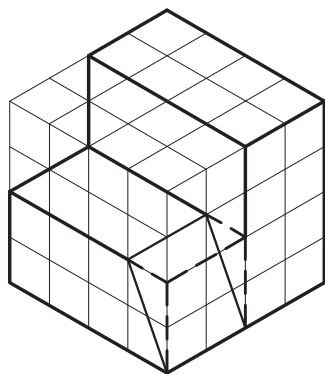
مورد نظر دست یافت.



همان گونه که در شکل زیر می بینید ابتدا یک چهارم حجم مکعب از آن جدا شده و تصاویر آن ترسیم شده است و در مرحله بعد با جدا کردن حجم منشوری شکل از حجم باقی مانده و ترسیم خطوط آن ترسیم کامل می شود.

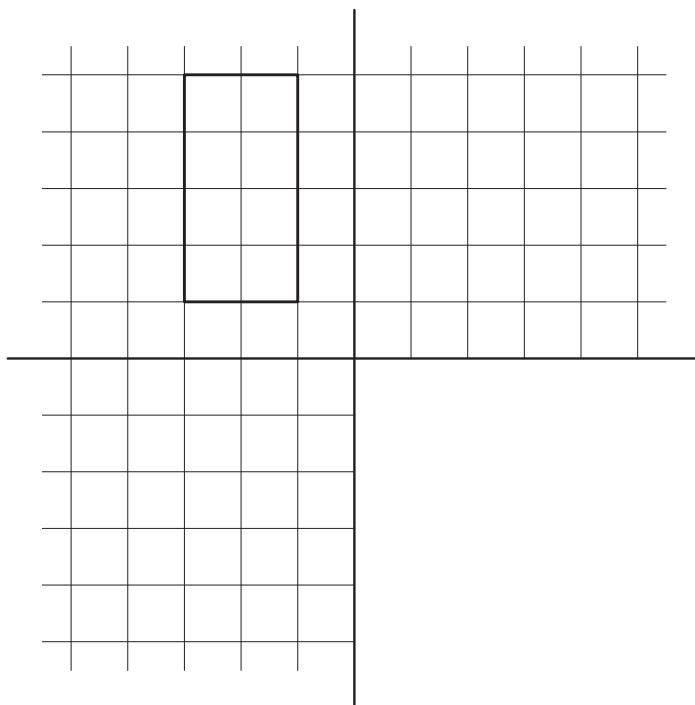
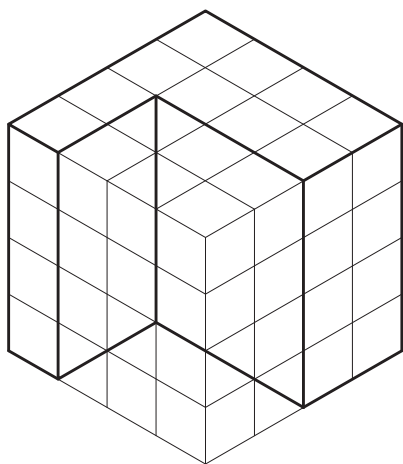


شکل ۶-۳۲

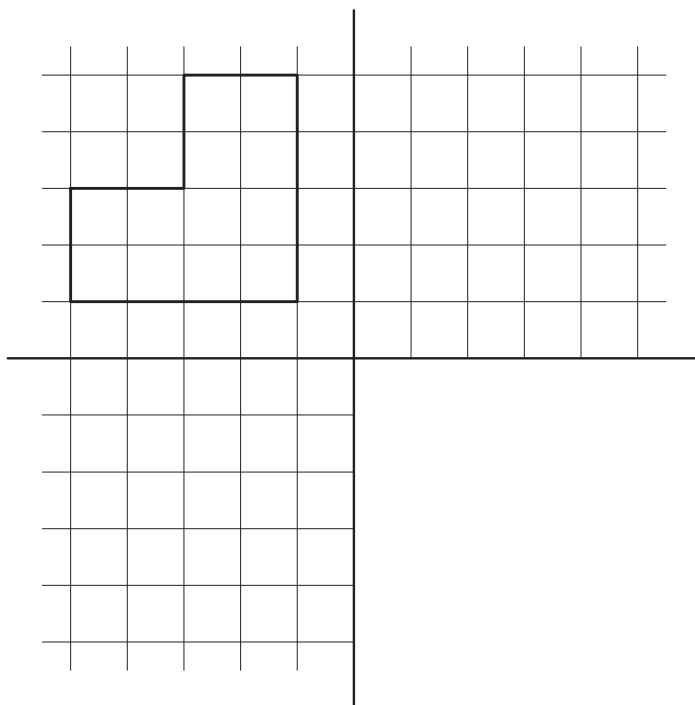
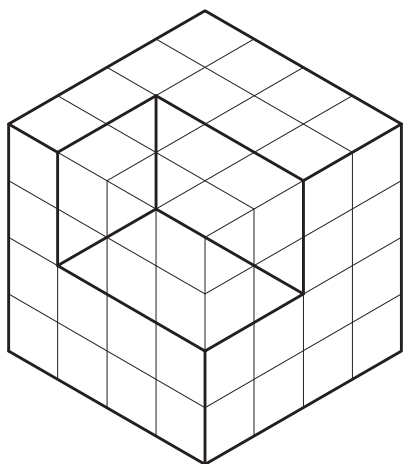


شکل ۶-۳۳

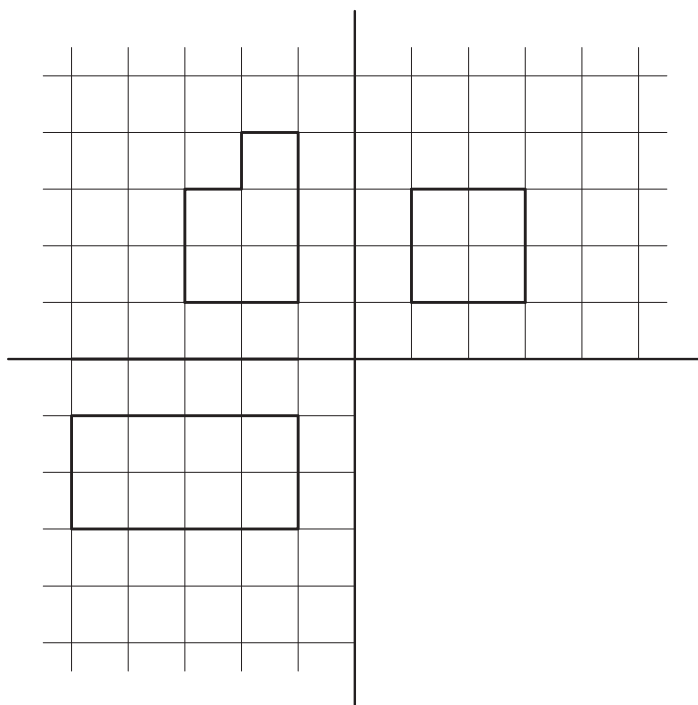
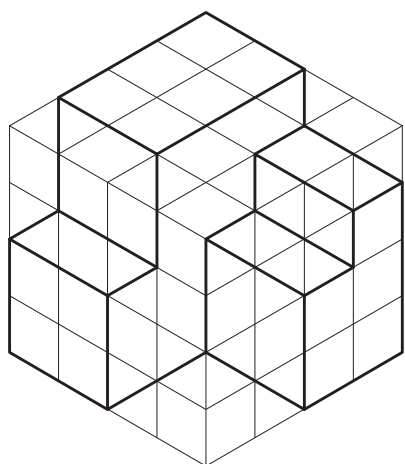
تمرین : در شکل های زیر سه تصویر احجام داده شده  
ناقص ترسیم شده است آنها را کامل کنید.



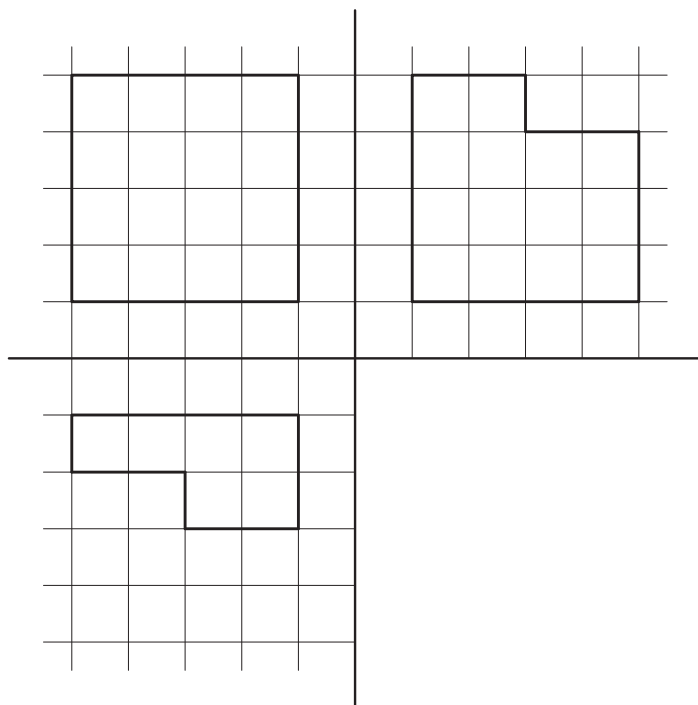
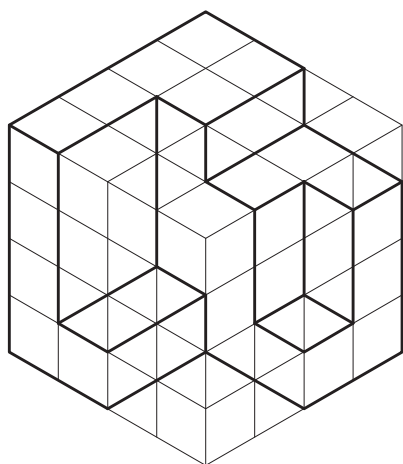
شکل ۶-۳۴



شکل ۶-۳۵

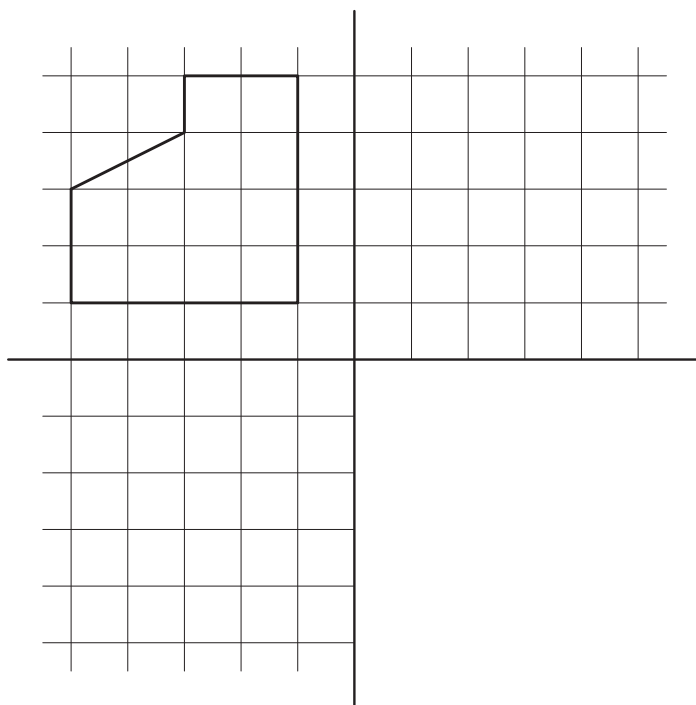
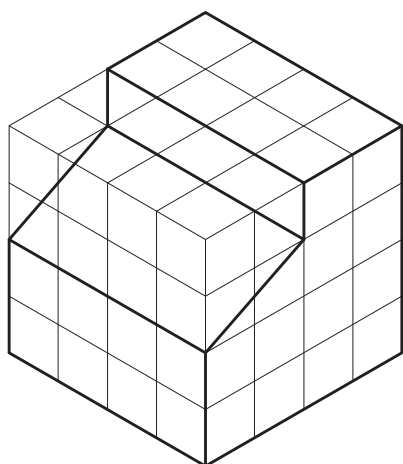


شکل ۶-۳۶



شکل ۶-۳۷





شکل ۶-۳۸

### ترسیم تصاویر دو بعدی احجام ترکیبی

مثال: حجم معرفی شده در شکل ۶-۳۹ از دو حجم

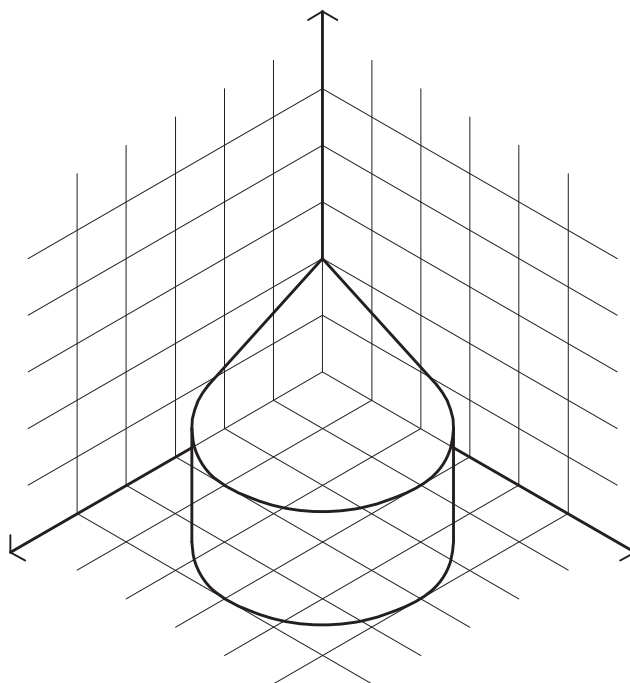
ساده مخروط و استوانه تشکیل شده است و می توان آن را طبق

شکل های ۶-۴۰ و ۶-۴۱ در قالب احجام ساده معرفی کرد.

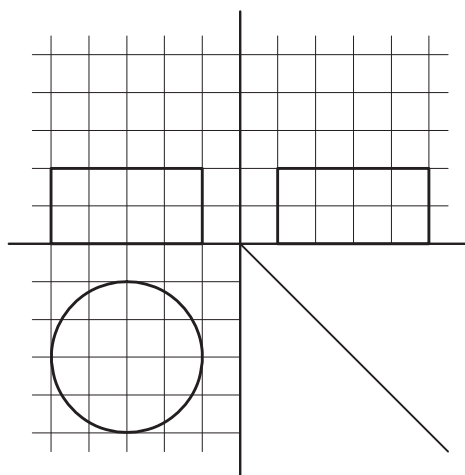
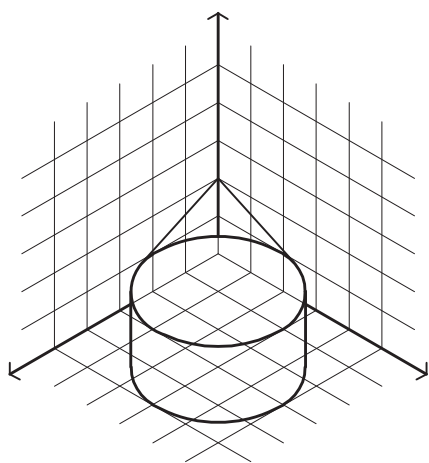
روش دوم: می توان احجام مرکب را به احجام ساده

تفکیک نمود و با ترسیم تصاویر دو بعدی هر کدام، تصویر دو بعدی

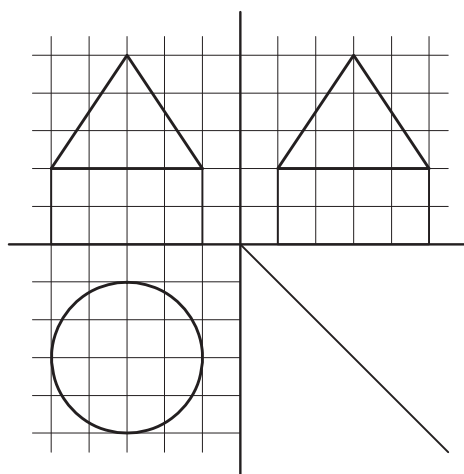
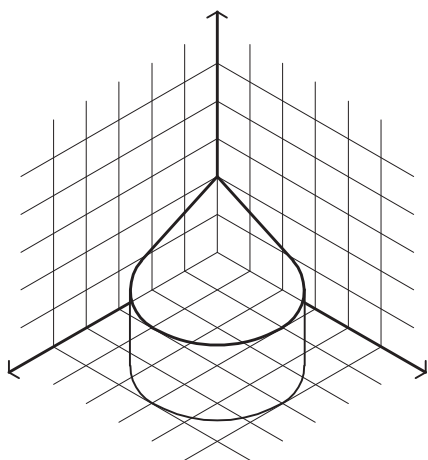
حجم مرکب را رسم نمود.



شکل ۶-۳۹

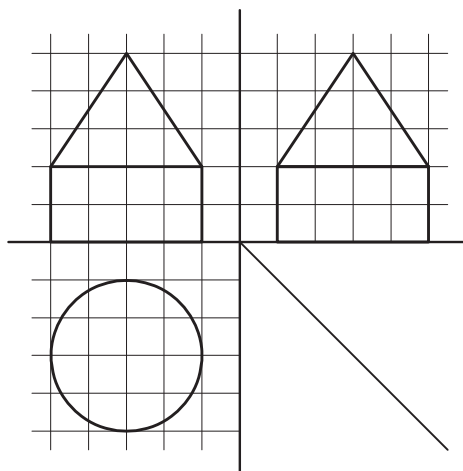
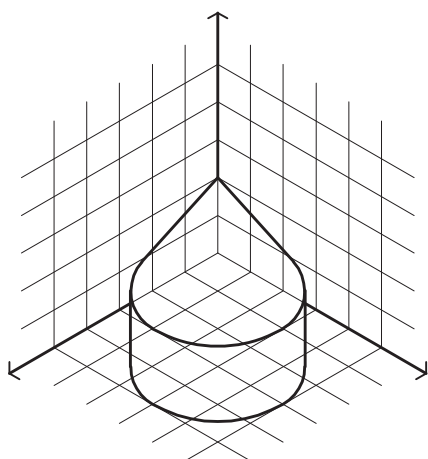


شکل ۶-۴۰



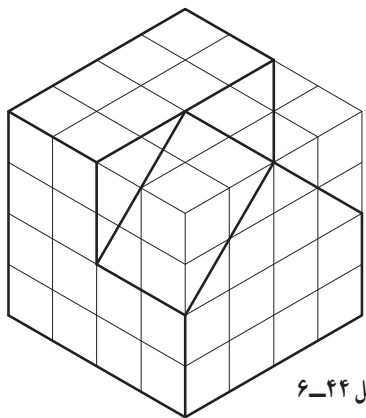
شکل ۶-۴۱

ترکیب تصاویر ۶-۳۹ و ۶-۴۰، تصویر نهایی حجم را نشان می‌دهد (شکل ۶-۴۲).

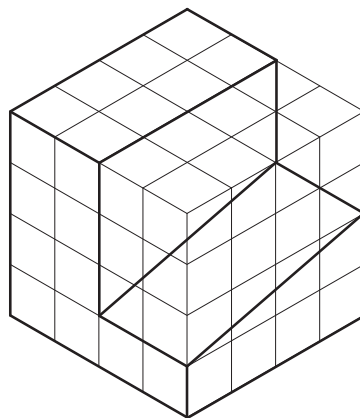


شکل ۶-۴۲

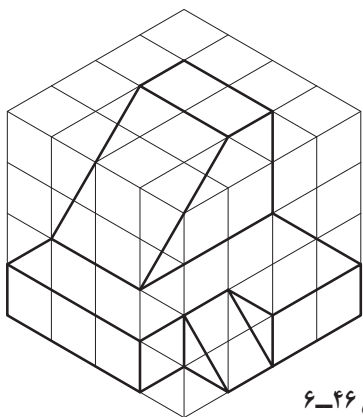
تمرین منزل : تصاویر دو بعدی احجام معرفی شده در شکل‌های ۶-۵۱ تا ۶-۵۸ را رسم کنید.



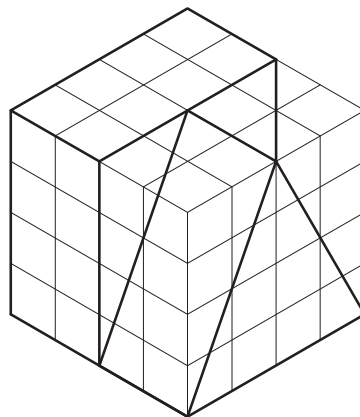
شکل ۶-۴۴



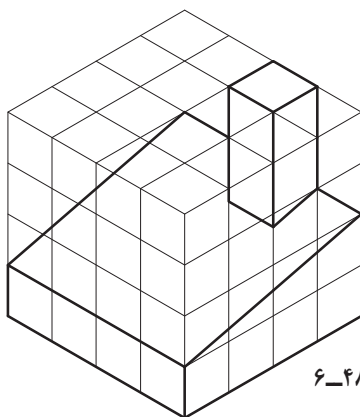
شکل ۶-۴۳



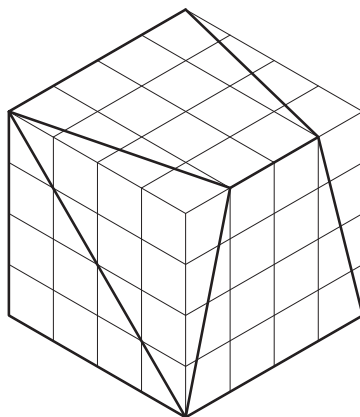
شکل ۶-۴۶



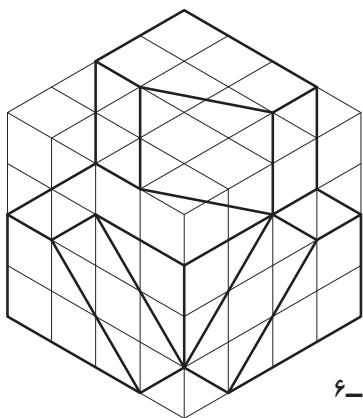
شکل ۶-۴۵



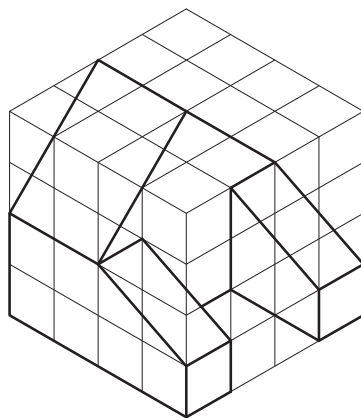
شکل ۶-۴۸



شکل ۶-۴۷



شکل ۶-۵۰



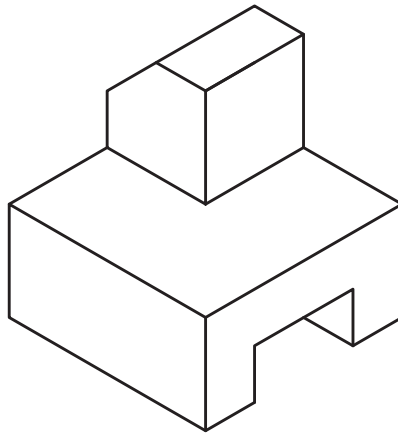
شکل ۶-۴۹

## رسم تصویر قسمت‌های نامرئی جسم

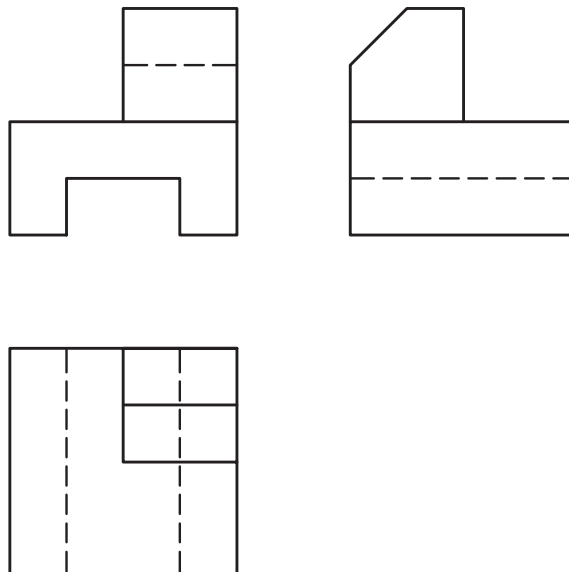
۵۰-۶ سه تصویر از آن جسم، رسم شده است. در این سه تصویر، قسمت‌های نامرئی برای ناظر در هر تصویر، خط‌چین رسم شده است. لازم به توضیح است که، چون عمقی برای شیار زیر جسم مشخص نشده است، لذا آن شیار سرتاسری در نظر گرفته می‌شود. اگر شیار یا سوراخی سرتاسری نباشد، در تصویر عمق آن مشخص می‌شود.

هر قسمتی از جسم که برای ناظر در موقع تصویر کردن جسم، نامرئی باشد، و یا به عبارتی دیگر، ناظری که در موقعیت جلو، بالا و یا چپ جسم قرار می‌گیرد تا تصویر مربوطه را رسم کند، اگر قسمتی از جسم در دید او قرار نگیرد، در این صورت، در تصویر، آن قسمت خط‌چین رسم می‌شود.

در شکل ۴۹-۶ تصویر سه بعدی یک جسم و در شکل

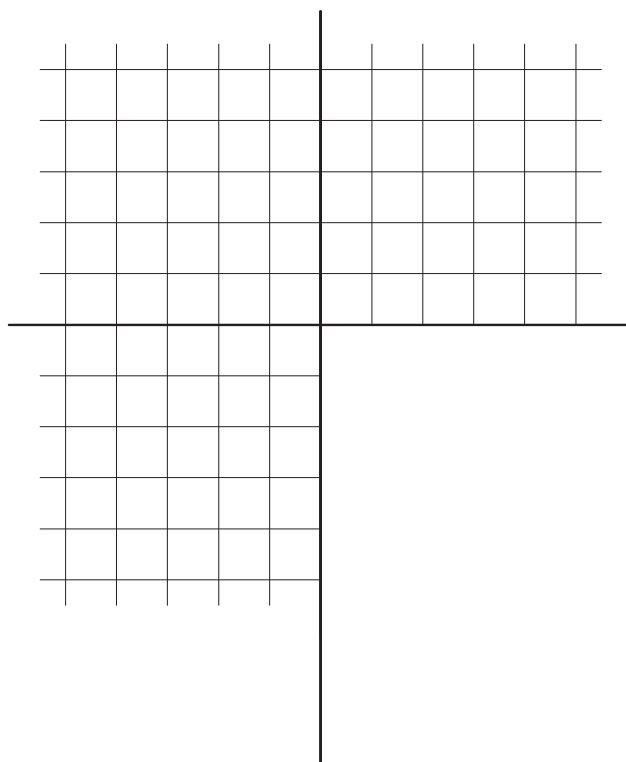
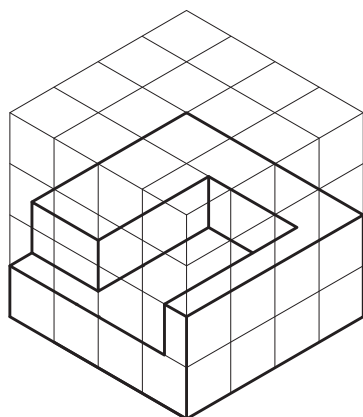


شکل ۵۱-۶

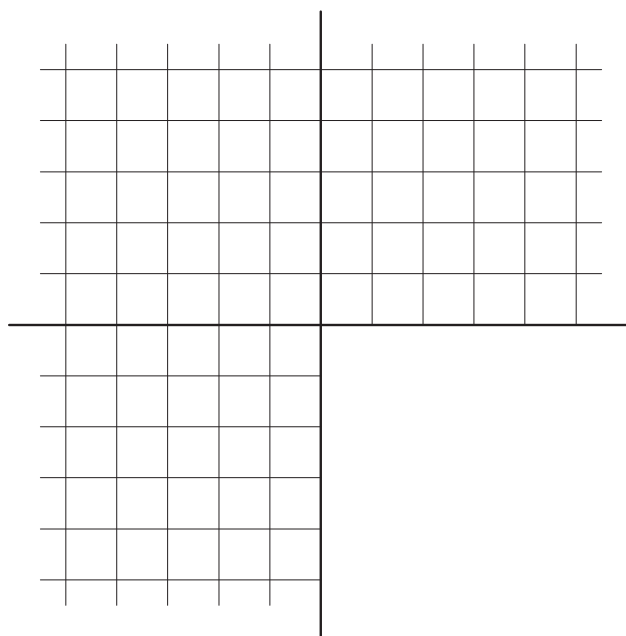
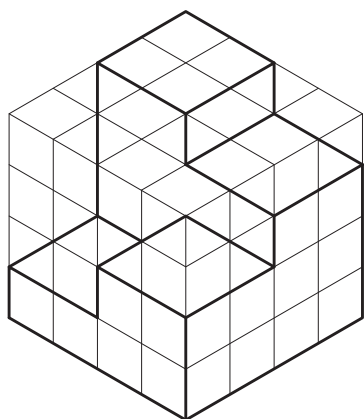


شکل ۵۲-۶

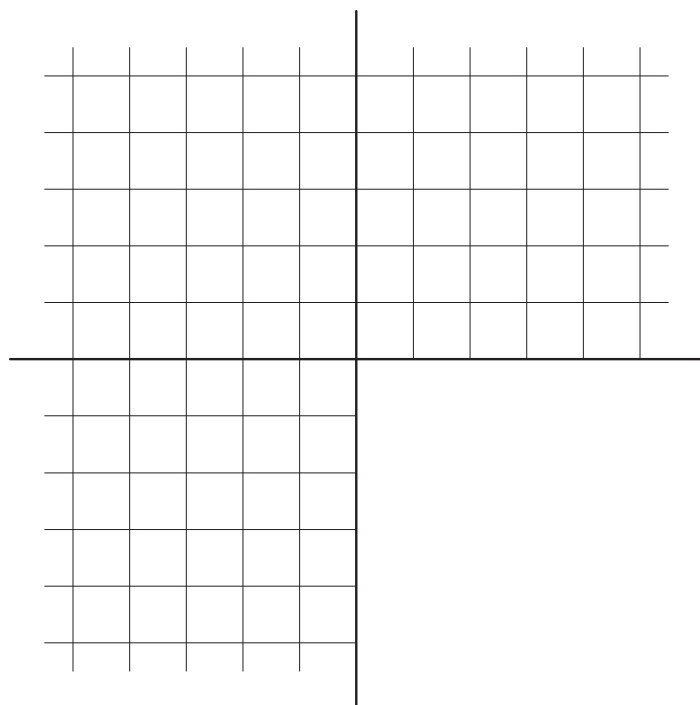
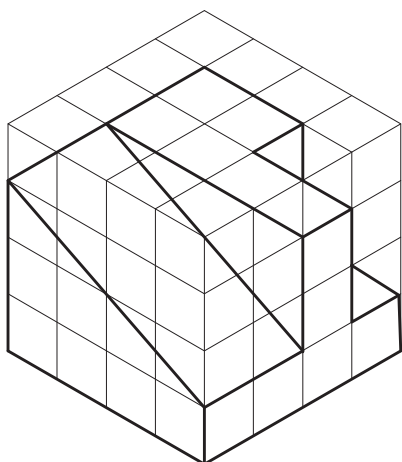
تمرین : در شکل‌های زیر سه تصویر احجام داده شده را ترسیم کنید.



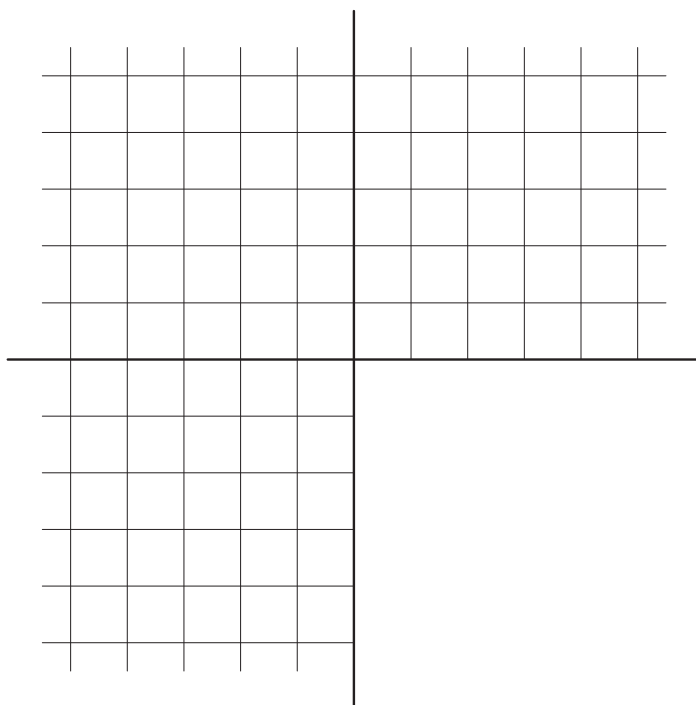
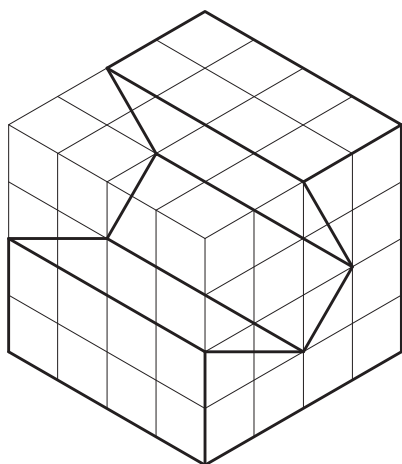
شکل ۶-۵۳



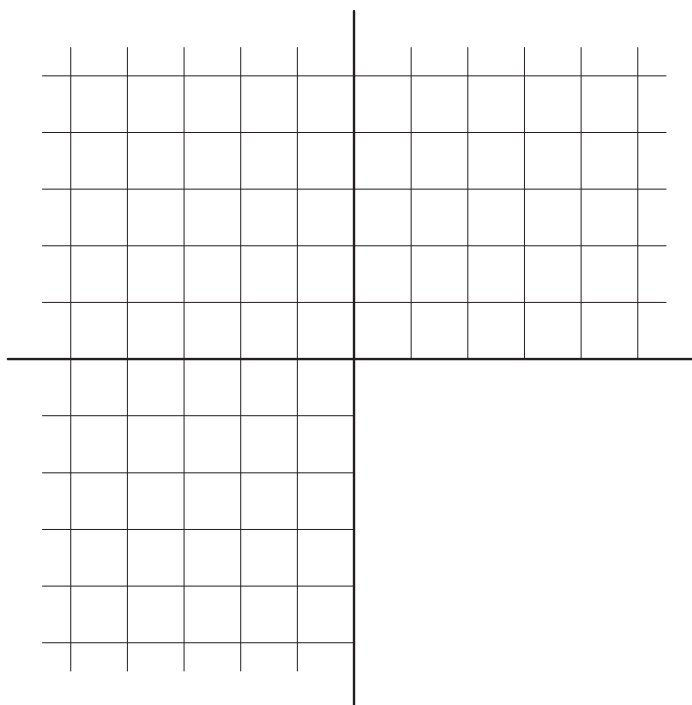
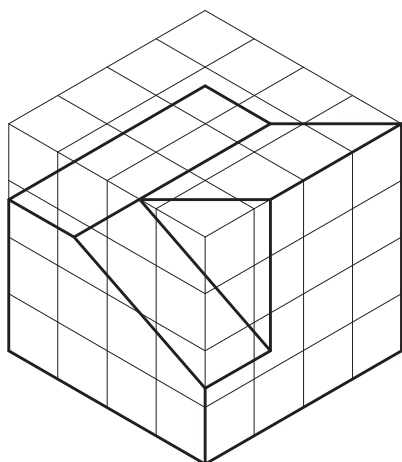
شکل ۶-۵۴



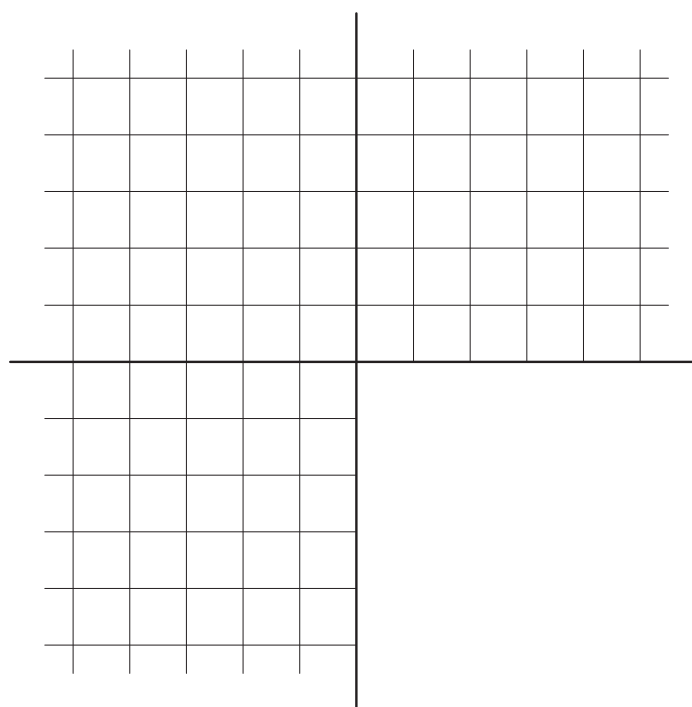
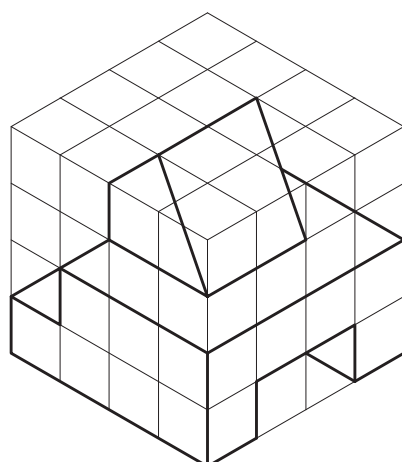
شکل ۶-۵۵



شکل ۶-۵۶

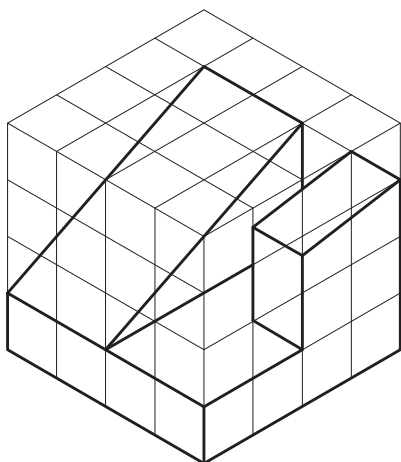


شکل ۶-۵۷

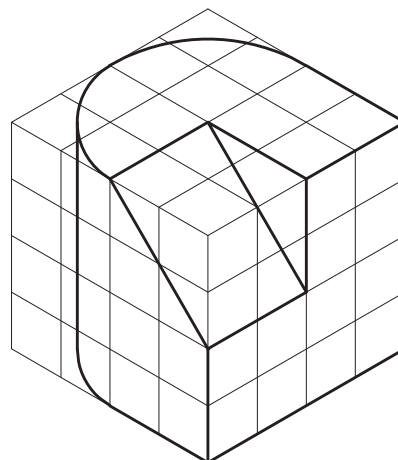


شکل ۶-۵۸

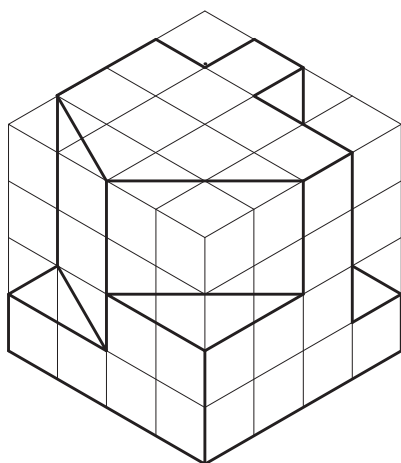
تمرین منزل : تصاویر دو بعدی احجام معرفی شده را در  
شکل های ۶-۵۹ تا ۶-۷۰ رسم کنید.



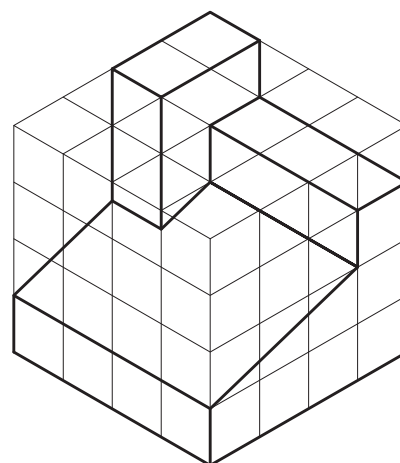
شکل ۶-۶۰



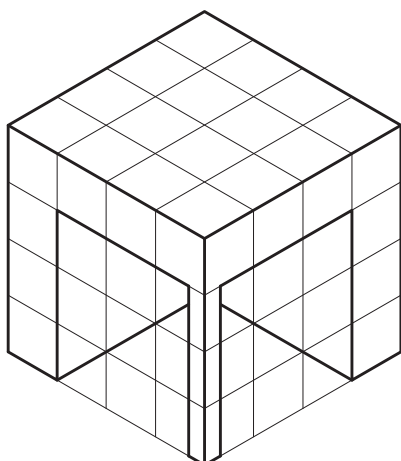
شکل ۶-۵۹



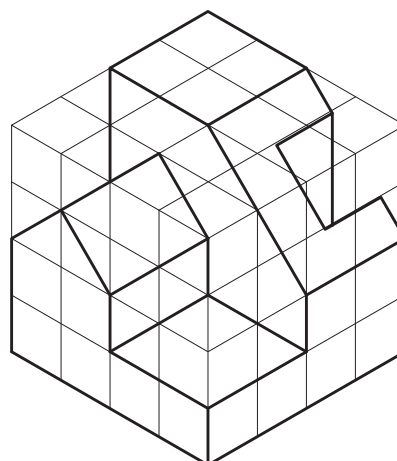
شکل ۶-۶۲



شکل ۶-۶۱

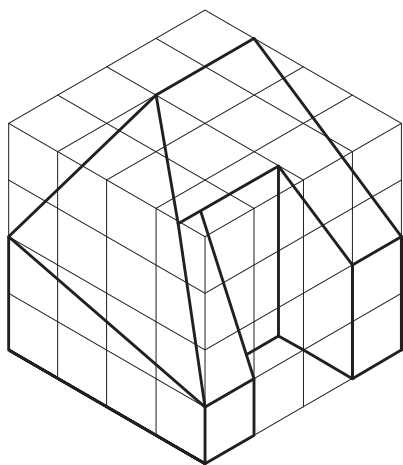


شکل ۶-۶۴

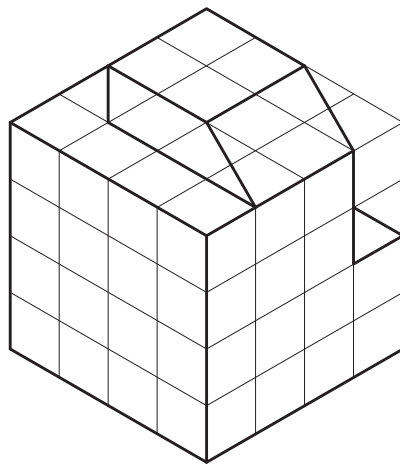


شکل ۶-۶۳

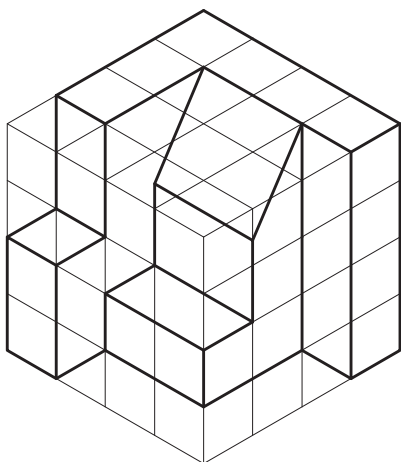




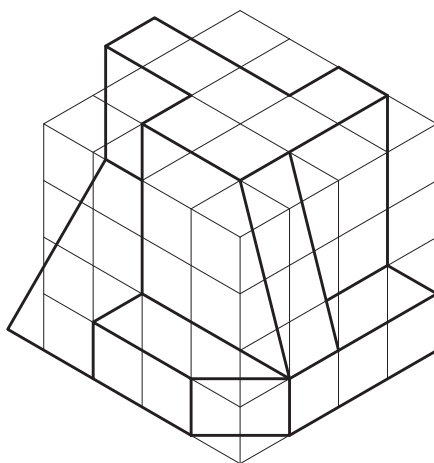
شکل ۶-۶۶



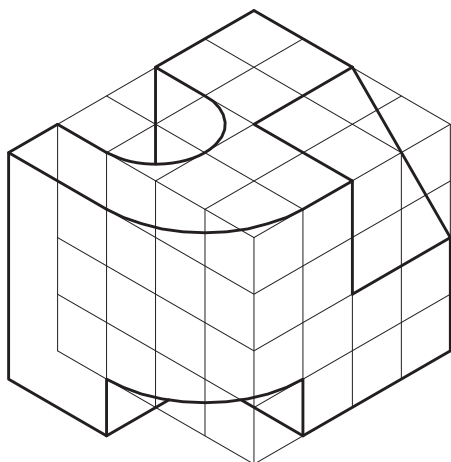
شکل ۶-۶۵



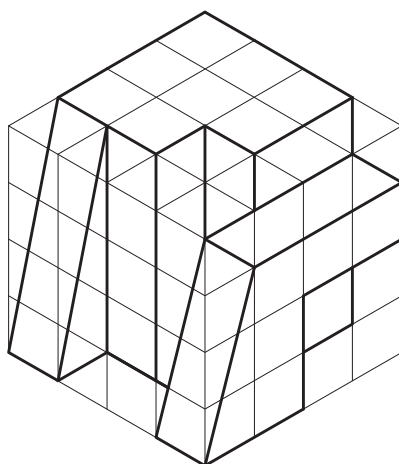
شکل ۶-۶۸



شکل ۶-۶۷



شکل ۶-۷۰



شکل ۶-۶۹