

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# ترسیم فنی و نقشه کشی

پایه دهم - دوره دوم متوسطه

رشته نقشه کشی معماری

گروه تحصیلی هنر

زمینه هنر

شاخه فنی و حرفه ای

شماره درس ۳۵۳۱

ترسیم فنی و نقشه کشی/مؤلف: زهرا طاقی. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی	۷۲۰
ایران، ۱۳۹۵.	/۲۸
۱۷۹ ص. : مصور. - (فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۳۵۳۱)	ت ۹۶۶
متون درسی رشته نقشه کشی معماری گروه تحصیلی هنر، زمینه هنر.	۱۳۹۵
۱. معماری - رسم فنی. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. ب. طاقی، زهرا. ج. عنوان.	
د. فروست.	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی  
فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب سایت)

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

نام کتاب : ترسیم فنی و نقشه‌کشی - پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۲۱۰۶۲۶

مؤلف : زهرا طاقی

اعضای کمیسیون تخصصی : نبی‌الله مقیمی، ویدا تقوایی، محمد جواد مهدوی‌نژاد، پرستو آریانزاد، ملک طباطبایی زواره،

غلامحسین قربانیان و دارا افشار قوچانی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

مدیر امور فنی و چاپ : لیدا نیک‌روش

طراح جلد : محمدحسن معماری

صفحه‌آرا : خدیجه محمدی

حروفچین : کبری اجابتی

مصصح : فاطمه سادات قوامی، و جیهه برادران سادات

امور آماده‌سازی خبر : سپیده ملک‌ایزدی

امور فنی رایانه‌ای : حمید ثابت کلاجاهی، سیده شیوا شیخ‌الاسلامی

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

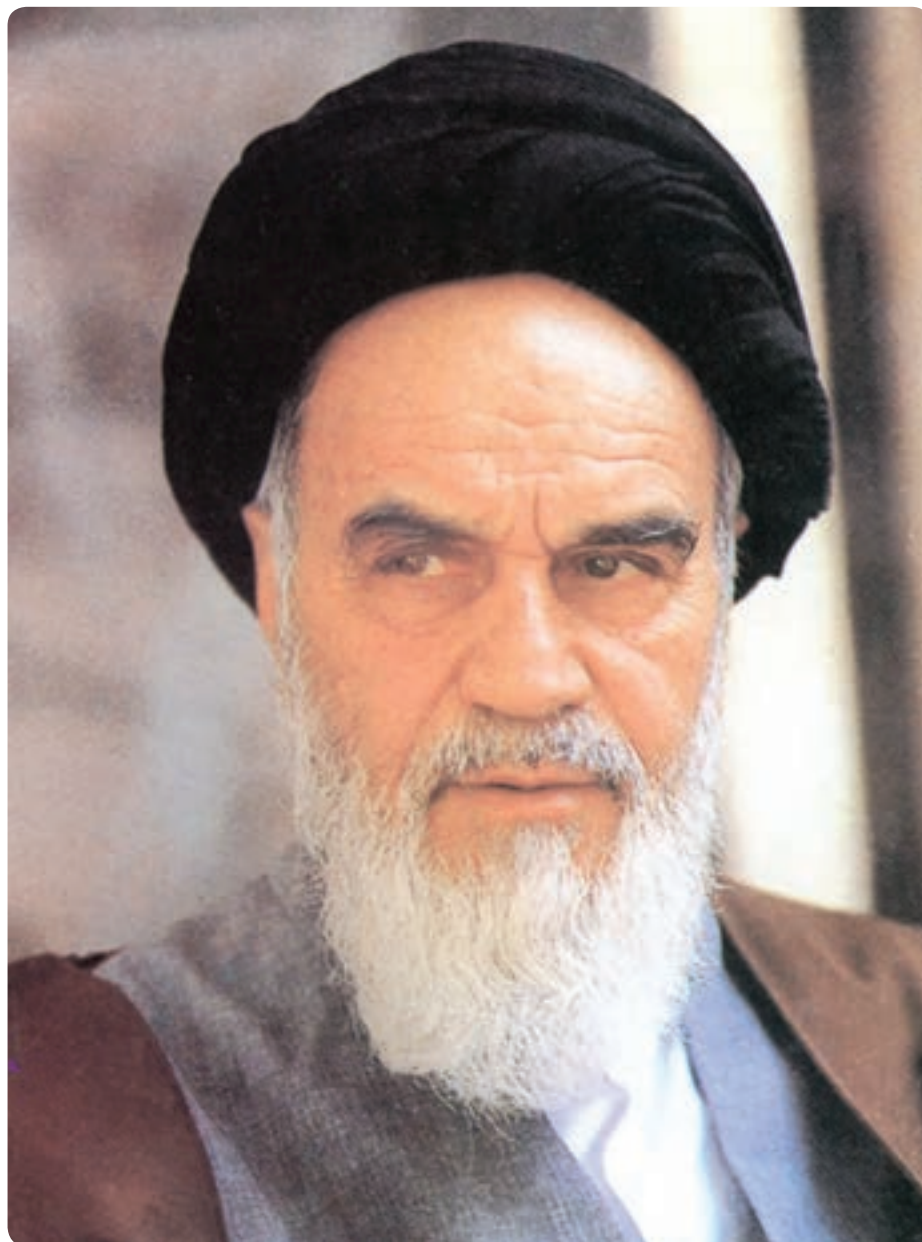
تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ اول ۱۳۹۵

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۲-۱۶۹-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1690-2



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»



## فهرست مطالب

### پیش‌گفتار

#### بخش اول : هندسه و ترسیمات دوبعدی

۲	مقدمه
۳	فصل اول : ترسیمات پایه و مثلث
۱۷	فصل دوم : تقارن
۲۶	فصل سوم : چند ضلعی‌ها
۳۵	فصل چهارم : دایره و بیضی

#### بخش دوم : ترسیم فنی

۵۰	مقدمه
۵۱	فصل پنجم : احجام هندسی
۵۸	فصل ششم : تصاویر دوبعدی
۸۲	فصل هفتم : برش
۹۹	فصل هشتم : تصاویر سه بعدی

#### بخش سوم : نقشه‌کشی

۱۱۶	مقدمه
۱۱۸	فصل نهم : نقشه‌کشی معماری
۱۴۸	فصل دهم : برداشت و تهیه نقشه از بنای موجود

#### بخش ضمیمه : آشنایی با ابزار و تجهیزات نقشه‌کشی

۱۶۰	ابزار و تجهیزات
۱۷۹	منابع

## پیشگفتار

### سخنی با هنرجویان

نقطه آغاز هر چه که به دست انسان ساخته می شود فکر و اندیشه یا به عبارت دقیق تر طرحی است که در ذهن طراح شکل می گیرد.

اغلب طرح های ذهنی پیش از تبدیل شدن به واقعیت بیرونی و ساخته شدن مرحله ای را طی می کنند که به آن نقشه می گویند.

امروزه صنعت ساختمان با توجه به تنوع روزافزون بناها و تغییر سریع مواد و مصالح و پیچیده شدن فن آوری تولید از فعالیت های پرهزینه و پرکار بشری است و افراد و گروه های کاری زیادی را درگیر می کند، و به جز بناهای بسیار کوچک و ساده روستایی وجود نقشه برای احداث یک بنا از ضروریات حتمی است.

بسیاری از اوقات مجریان یک ساختمان هرگز طراح یا طراحان آن را نمی بینند و واسطه بین آنها نقشه ها هستند. اگر قرار باشد نقشه ای دقیقاً آن گونه ساخته شود که در ذهن طراح شکل گرفته است. نقشه ها باید دقیق و کامل باشد. این چنین است که نقشه کشی مرحله بسیار پراهمیت ساخت یک بنا محسوب می شود.

کتاب حاضر به منظور آماده سازی شما هنرجویان برای درک و ترسیم نقشه های معماری تألیف شده است. از آنجا که مبنای نقشه کشی معماری آگاهی و شناخت اشکال هندسی و قواعد ترسیم آنها است، همچنین آگاهی از دانش ترسیم فنی و تسلط بر زبان آن لازمه ترسیم احجام سه بعدی از جمله احجام معماری است، کتاب به سه بخش اصلی هندسه و ترسیمات دوبعدی، ترسیم فنی و نقشه کشی معماری تقسیم شده است.

در بخش هندسه و ترسیمات دوبعدی ضمن یادآوری پاره‌ای از قضایای هندسی، با کاربرد آنها در ترسیمات آشنا می‌شوید و در قالب تمرینات ترسیمی مختلف، ضمن آشنایی با ابزار ترسیم دقت و مهارت خود را در ترسیم بالا خواهید برد. در بخش ترسیم فنی مبانی ترسیم اجسام سه بعدی در صفحات تصویر و همچنین قواعد ترسیم پرسپکتیوهای محوری آموزش داده می‌شود. در انتهای بخش، شما قادرید تصاویر انواع احجام را در صفحات تصویر ترسیم کنید. همچنین باید بتوانید انواع پرسپکتیوهای محوری را رسم نمایید.

بخش سوم بخش نقشه‌کشی معماری و مختص آموزش زبان و علائم و قراردادهای ویژه نقشه‌های معماری است. با یادگیری مطالب این بخش و انجام تمرینات آن، ترسیم نقشه‌های فاز یک معماری، و همچنین چگونگی برداشت از یک بنای موجود و تهیه نقشه از آن را خواهید آموخت.

بعد از سه بخش اصلی بخش ضمیمه‌ای با نام بخش ابزار و تجهیزات، وجود دارد. واضح است که جهت ترسیم، نیاز به ابزار و وسایل مختلفی هست. آموزش این بخش از ابتدای سال تحصیلی آغاز می‌شود و به موازات بخش‌های دیگر و با توجه به نیاز شما به استفاده عملی از ابزار به پیش می‌رود. بنابر این زمان جداگانه و ویژه‌ای به آن اختصاص نمی‌یابد.

سعی شده است ساختار کتاب به گونه‌ای طراحی شود که شما بتوانید با انجام تمرینات متنوع، دانش و مهارت لازم را برای انجام نقشه‌های معماری به دست آورید و با یاری خدا تبدیل به نقشه‌کش‌های ماهری شوید.

این امر البته شروطی دارد :

اول این که از هیچ موضوع درک نشده‌ای نگذرید و تلاش کنید نسبت به آنچه انجام می‌دهید قوف کافی داشته باشید. زیرا آنچه که در هر فعالیتی بیش از همه اهمیت دارد آگاهی و درک عمیق به موضوع عملی است که در حال انجام آن هستیم. این آگاهی چنان چه با انگیزه کافی برای انجام آن همراه باشد تضمین‌کننده کیفیت قابل قبول و مطلوب آن کار است.

دوم آن که با کار و پشتکار سعی کنید کیفیت ترسیمات را بهتر کنید. زیرا هرگاه انسان از نتیجه کار خود راضی باشد به ادامه آن راغب‌تر شده و از انجام آن لذت می‌برد و ترسیمات از حالت یک انجام وظیفه خارج شده و بدل به فعالیتی مطلوب و لذت بخش می‌شود. و یک دور مثبت را می‌سازد. نتیجه خوب یک کار انسان را تشویق به کار بیشتر می‌کند و کار بیشتر به نتایج عالی‌تر می‌رسد.

به یاد داشته باشید که قدما گفته‌اند کار نیکو کردن از پر کردن است.

از حضور در کلاس بیشترین استفاده را بکنید. و تلاش کنید از تجارب معلم خود حداکثر استفاده را ببرید. مطمئن باشید شور و شوق شما برای یادگیری محرک اصلی شوق معلمان برای یاددهی است و چون این کتاب بر پایه آموزش تعاملی و دو سویه طراحی شده است، هنرجویان فعال و با انگیزه اصلی‌ترین عامل آموزش می‌باشند.

## سخنی با هنرآموزان

### همکاران ارجمند

کتابی که پیش رو دارید با هدف ارتقاء کیفی کتاب سال‌های گذشته و توجه به بهره‌وری بیشتر در رسیدن به هدف اصلی کتاب، که ایجاد توانایی و مهارت در نقشه‌کشی معماری می‌باشد، تهیه شده است.

در یک شرایط ایده‌آل هر معلمی آرزو دارد در یک جلسه درسی صد درصد شاگردان صد درصد مطالب ارائه شده را بیاموزند. واضح است که این آرزویی بیش نیست. اما هر اندازه یک معلم بتواند با استفاده از روش‌های مختلف، بازده آموزشی درس خود را بالاتر ببرد، به همان نسبت رضایت بیشتری از کار و آموزش خود خواهد داشت.

آموزش تعاملی و دوسویه بهترین طریق ایجاد انگیزه در شاگرد برای حضور کامل ذهنی در کلاس و یادگیری مطالب در حین تدریس معلم است. روشی که شاگردان را وادار به تمرکز بیشتر و در نتیجه یادگیری سریع‌تر می‌کند. در این کتاب سعی شده با به‌کارگیری روش آموزشی تعاملی بازده آموزش بالا رود و در طی یک فعالیت توأم نظری عملی و دوسویه فضای آموزشی مطلوب‌تر، و فرآیند یادگیری بهتر انجام شود.

می‌دانید که شاگردان هر کلاس معمولاً به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول اکثریت‌اند با استعدادی متوسط که مخاطب اصلی اهداف کتاب هستند. حجم مطالب، شیوه بیان و سطح پیچیدگی مطالب می‌باید براساس ظرفیت ذهنی و توان عملی این دسته ارائه شود.

دسته دوم اقلیت محدودی که استعداد یا علاقه کمتری به یادگیری و کلاس دارند. در جهت کمک به این گروه و ایجاد انگیزه و علاقه در آنها سعی شده مطالب، مثال‌ها و تمرین‌ها از ساده به پیچیده تنظیم شود.

دسته سوم تعداد انگشت‌شماری که از متوسط کلاس بالاترند و غالباً علاقه و انگیزه بیشتری به یادگیری دارند. بهتر است این گروه از شاگردان را با ارجاع به منابع دیگر و ارائه تمرینات بیشتر و پیچیده‌تر از کسالت و بی‌انگیزه شدن رهایی بخشید.

به لحاظ ساختار کلی و محتوا، کتاب مانند کتاب سال‌های گذشته شامل سه بخش اصلی و یک بخش ضمیمه است. اما



مطالب هر بخش در جهت معنادار کردن هدف اصلی کتاب دست خوش دو تغییر عمده شده است :  
اول مطالبی که کمکی به تحقق هدف کتاب نمی کرده و صرفاً باعث کم کردن وقت برای آموزش مطالب اصلی می شده حذف شده، و به جای آن مطالبی که در راستای اهداف اصلی کتاب است گنجانده شده است.  
دوم شیوه آموزش و نحوه بیان مطالب در جهت تحقق آموزش دوسویه یا تعاملی، که به زعم مؤلف بهترین شیوه آموزشی می باشد، شکل گرفته است.

و اما ویژگی های هر بخش که در ارتباطی تنگاتنگ با روش آموزش آن است :

بخش اول کتاب هندسه و ترسیمات دو بعدی است. قسمت عمده این بخش اختصاص به یادآوری قضایای هندسی دارد که مبنای ترسیمات قرار می گیرند. تلاش شده است یادآوری این قضایا توأم با ترسیمات مرتبط با قضایا باشد. بسیاری از مطالب با یک سؤال آغاز شده است. توصیه می شود ضمن طرح پرسش به هنرجویان فرصت داده شود با معلم شروع به ترسیم کنند و مطالب را هم زمان با ترسیم و عمل فرا گیرند.

در این بخش ضمن یادگیری روش ترسیم اشکال مختلف، می باید به تدریج نحوه استفاده از ابزار مختلف ترسیم را هم بیاموزند. در واقع در این بخش می باید دو هدف اصلی دنبال شود، هدف اول یادگیری نحوه ترسیمات اولیه و پایه است. هدف دوم و شاید مهم تر یادگیری چگونگی استفاده از ابزارهای ترسیم و کسب مهارت در استفاده صحیح از آنهاست. از آنجا که دقت در کار مهندسی که نقشه کشی جزئی از آن است، اهمیت بسیار بالایی دارد بهتر است که هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند تمرینات را با دقت هرچه بیشتر و تمیز انجام دهند.

بخش دوم آموزش ترسیم فنی است که اساس نقشه کشی را تشکیل می دهد. این بخش شاید مهم ترین بخش کتاب به لحاظ تفهیم و درک مطلب باشد. قوه تجسم احجام مانند قوای دیگر انسان در افراد مختلف مشابه نیست. سعی شده است روشی اتخاذ شود که تا حد امکان دانش آموزان متوسط، که معمولاً اکثریت هنرجویان را تشکیل می دهند، بتوانند مطالب را به خوبی فراگیرند. قطعاً لازم است هنرجویان قوی تر را تشویق به انجام تمرینات پیچیده تر نمود و به هنرجویان ضعیف تر هم با صرف وقت و انرژی بیشتر کمک کرد تا به درک مطلب نائل شوند.

در دو بخش اول و دوم دانش آموزان دانش و مهارت اولیه را برای ترسیم اشکال دو بعدی و احجام سه بعدی فرا می گیرند و آماده ترسیم نقشه های معماری می شوند.

بخش سوم اختصاص به نقشه کشی معماری دارد. در این بخش سعی شده با ایجاد ارتباط با مبانی نقشه کشی که هنرجویان در ترسیم فنی فرا گرفته اند به آموزش زبان ویژه نقشه های معماری پرداخته شود. و با تقسیم موضوع به کلیات نقشه ها و جزئیات آنها روند آموزش سهل تر گردد.

بخش ضمیمه بخشی است که به معرفی ابزار و تجهیزات مورد استفاده در ترسیم نقشه ها می پردازد.

همچنان که اشاره شد آموزش این بخش، که در واقع آشنایی با ابزار نقشه کشی و نحوه کاربرد آنها است و هنرجویان برای ترسیمات به آن نیاز دارند، از همان جلسات اول به موازات تدریس بخش اول شروع شده و به تدریج با استفاده از هر ابزار کاربرد

آن را در عمل فرا خواهند گرفت.

سعی شده است در هر بخش اصول زیر رعایت شود :

آموزش دوسویه باشد. یعنی با بیان یک مطلب هنرجو درک خود را از مطلب با پاسخ گویی به سؤالی که برگرفته از مفهوم مطلب است تعمیق بخشد.

بسط موضوع در جهت درک عمیق تر دانش آموز به طریق کاربرد مفهوم در عمل صورت پذیرد.

تمرینات عملی با مباحث نظری آمیخته باشد.

تمرینات متعدد باشد و با ارائه تمرینات از ساده به پیچیده هنرجویان را ترغیب به بالا بردن توان خود در چالش با تمرینات سخت تر کرد.

روشن است که همکاران ارجمند با توجه به تجارب ارزشمند خود ظرافت های زیادی را در فرآیند آموزش به کار می برند.

### نکات مهم و قابل توجه :

کتاب یک الگوی آموزشی است که می تواند مبنایی بر محتوای آموزش و ارائه مطالب باشد. واضح است که خلاقیت هنرآموزان محترم در ارائه شیوه ها و ابزاری که درک هنرجو را نسبت به موضوعات مطرح شده تعمیق بخشد و نیز به کار بستن روش هایی در تعامل عاطفی با هنرجویان، که انگیزه آنها را در یادگیری و فعالیت بالاتر برد، نقش مهم و اصلی را در بازدهی آموزشی دارد.

در این کتاب مطالب نظری و تمرین ها و فعالیت های عملی به هیچ وجه از هم تفکیک نشده است. آمیختگی این دو وجه آموزشی به حدی است که به هیچ عنوان این دو را نمی توان از هم جدا کرد. بنابراین تفکیک آموزش این درس در کلاس های جداگانه نظری و عملی کاملاً بدون معنا و در خلاف جهت گیری اهداف این درس است.

نسبت تعداد هنرجو به هنرآموز ۱۵ به ۱ است. طبیعی است هرچه این نسبت افزایش یابد، از کیفیت آموزش کاسته خواهد شد. مگر آن که عشق و از خودگذشتگی هنرآموز آن را جبران نماید.

با یاری خداوند موفق و مؤید باشید.

## سخنی با هنرآموزان در ویرایش دوم

پیش از هر چیز از کلیه همکاران ارجمندی که با شرکت در نظرخواهی درباره کتاب، در تلاش برای ارتقاء کیفیت آن همکاری کرده‌اند صمیمانه تشکر می‌کنم. به ویژه عزیزانی که با دقت نظر و صرف وقت زیاد، نکات ضعف کتاب را صفحه به صفحه یادآور شده و در بخش‌های مختلف به نکات ارزشمندی در جهت انتقال بهتر مطالب اشاره داشته و راهنمایی‌هایی را ارائه داده‌اند.

شاید لازم نباشد برای توجیه پاره‌ای از ضعف‌ها و کمبودها در کتاب به مشکلات و نارسایی‌هایی اشاره کنیم که در روند تألیف کتاب پیش می‌آید. مشکلاتی که بخشی از آن به عدم فرصت کافی برای بازنگری و اصلاح اشکالات و تراکم کار در چاپخانه کتاب‌های درسی برمی‌گردد و بخشی به عدم هماهنگی لازم که می‌باید مابین مؤلف و چاپخانه صورت پذیرد. در جمع‌بندی نظرات ارائه شده نکات زیر قابل تأمل بود:

۱- کم بودن زمان تدریس و زیاد بودن مطالب کتاب. نکته‌ای که به علت تقلیل ساعات تدریس از ۸ ساعت به ۶ ساعت بسیار جدی و مهم می‌شود و تقریباً بدان معنا است که یک چهارم یا بیست و پنج درصد از مطالب کتاب باید حذف یا تعدیل شود.

۲- کافی نبودن اطلاعات پایه هندسه و ریاضی هنرجویان و مشکل انتقال مطالب به هنرجویانی که آمادگی لازم برای درک مطالب را ندارند که در این رابطه پیشنهاد تألیف کتاب مستقلی برای هندسه زیاد بود.

۳- زیاد بودن مطالب بخش اول

۴- کم بودن تمرین‌های بخش دوم با توجه به اهمیت آن

۵- زیاد و فشرده بودن مطالب بخش سوم

۶- اشکالات بعضاً جزئی در متن و اشکالات در تصاویر و شکل‌ها

در رابطه با دو مورد یک و دو موضوع مربوط به سیاست‌های کلان آموزشی است که می‌باید در راستای اهداف آموزش بهبود یابد و مؤلف کتاب نقشی در آن ندارد.

در مورد زیاد بودن مطالب بخش اول باید اذعان کرد که بیشتر مطالب بخش اول یادآوری است. با این همه با توجه به

تقلیل ساعت درس تصمیم گرفته شد، بخشی از تمرین‌ها و مطالب حذف شود.

در مورد تمرین‌های بخش دوم به جز فصل پنجم تمرین‌های فصل ششم، هفتم و هشتم اضافه شده است.

در بخش سوم نیز قسمتی از مطالب فصل نهم حذف شد و کل فصل دهم به مطالعه آزاد انتقال داده شده اما تمرین‌های

فصل نهم با توجه به درخواست هنرآموزان ضمن ساده‌تر شدن اضافه شده است.

در مورد شکل‌ها و نقشه‌ها سعی شد بعضی از اشکالات ترسیمی رفع گردد و نیز اشکالاتی که در مرحله چاپ در ضخامت

خط‌ها و مقیاس نقشه‌ها پیش آمده بود، برطرف شود.

در پایان مؤلف ناگزیر است به نکاتی چند درباره شیوه آموزش این درس عملی که بر پایه درک درست و عمیق از مطالب

نظری و تمرین زیاد تحقق می‌یابد اشاره کند.

همچنان‌که در مقدمه چاپ قبلی کتاب یادآور شدم روش آموزش کتاب روشی تعاملی و دوسویه است. روش معلم محور که

معلم مطالب را آماده، شسته رفته و به عبارت دیگر به صورت لقمه‌های جویده شده به شاگرد ارائه دهد مانع از تحریک قوه تفکر او

شده و شاگرد را به تنبلی ذهنی و آماده‌خوری مطالب علمی عادت می‌دهد. آفتی که مانع رشد و خلاقیت است. در این کتاب سعی

شده هنرجو همراه با هنرآموز به تمرین‌ها اندیشه کرده و راه حل پیدا کند. به این دلیل در بسیاری از مسائل، پیدا کردن روش حل

و دلایل آن به هنرجو و هنرآموز واگذار شده است. و هنرآموز در روند حل مسئله تحریک قوه ادراک هنرجو است. واضح

است چنانچه هنرآموزی به دلایل مختلف آمادگی لازم را برای اندیشیدن به مسائل کتاب، در هنگام تدریس ندارد ضروری است

بیش از رسیدن به هر مطلبی راه حل‌ها و پیچ و خم‌های ذهنی حل مسأله را بررسی کرده و با تسلط کامل در کلاس حضور یابد.

بعضی از هنرآموزان محترم در پاره‌ای از مسائل در جهت درک عمیق‌تر هنرجویان پیشنهاد پرسش‌هایی را داده‌اند.

روشن است که مطالب کتاب در حد لازم و در خور حجم کتاب مطرح شده، اضافه کردن سؤالات و اعمال روش‌هایی که در

پیشبرد اهداف درس کمک کند هنر معلمی هنرآموزان عزیز است.

# بخش اول

هندسه

و

ترسیمات دوبعدی

## مقدمه

ترسیم نقشه یا نقشه‌کشی یعنی بیان کالبد یک پدیده (یک شیء، یک بنا، یک شهر و...) به زبان تصویر. هر تصویری از اشکال تشکیل شده و انسان از دیرباز برای تعریف و بیان اشکال، دانش هندسه را بنیان‌گذارده است. آن بخش از هندسه که شاید متشکل از ابتدایی‌ترین مفاهیم این دانش باشد، با قدمتی چند هزارساله، با نام هندسه مسطحه و در ادامه آن هندسه فضایی، مبنای دانش نقشه‌کشی است.

بنابراین هرکس در هر زمینه‌ای نیاز به ترسیم یا فهم یک نقشه داشته باشد، ناگزیر به آشنایی و درک مبانی و قضایای ابتدایی هندسه است. یک نقشه‌بردار که نقشه عوارض و پستی و بلندی بخشی از سطح زمین را تهیه می‌کند، یک شهرساز که نقشه یک شهر را طراحی و ترسیم می‌کند، یک مهندس معمار که نقشه یک ساختمان را طرح می‌کند، هم‌چنین یک مهندس مکانیک، یک طراح صنعتی و مانند آنها، همگی نیازمند داشتن دانش لازم در هندسه هستند.

هرچه ما نسبت به مبانی و روابط هندسی دانش بیش‌تر و درک عمیق‌تری داشته باشیم در کار نقشه‌کشی موفق‌تر هستیم. به این دلیل اولین بخش از کتاب ترسیم فنی و نقشه‌کشی اختصاص به یادآوری احکام مهم و اولیه هندسه دارد. این بخش به چهار فصل تقسیم شده است.

فصل اول از ترسیمات پایه آغاز می‌شود و در ادامه ضمن آشنایی بیش‌تر با مثلث، به عنوان یکی از مهم‌ترین اشکال پایه در هندسه ترسیمی، و یادآوری تعدادی از قضایای مهم هندسی در قالب مثال‌ها و تمرین‌هایی، انواع ترسیمات مرتبط با مثلث را تمرین می‌کنیم. در فصل دوم موضوع تقارن در اشکال مطرح می‌شود و با درک مفهوم تقارن محوری و مرکزی چگونگی ترسیم اشکال متقارن را یاد می‌گیریم.

فصل سوم اختصاص به چند ضلعی‌ها و چهارضلعی‌های تعریف شده دارد و با یادآوری بعضی از قضایای هندسی ترسیم چندضلعی‌های منتظم و چهارضلعی‌ها را تمرین می‌کنیم.

در فصل چهارم دایره، به عنوان شکل پایه و مهم دیگری در ترسیمات، معرفی شده و با یادآوری برخی قضایا و تمرین درباره آنها و همچنین تعریف بیضی و چگونگی ترسیم آن، مهارت خود را در ترسیم به تدریج بالا خواهیم برد.

### ترسیمات پایه و مثلث

- هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :
- ترسیمات ابتدایی و پایه را با صحت و دقت انجام دهد.
  - با استفاده از ویژگی‌های مثلث هر مثلثی را با اطلاعات داده شده ترسیم کند.
  - با درک مفهوم تشابه بتواند مشابه اشکال داده شده را ترسیم کند.
  - با درک مفاهیم خطوط اصلی در مثلث، آنها را در هر مثلثی ترسیم نماید.

آنهاست. این نظم حاصل وجود نسبت و رابطه مابین اجزاء و اندازه آنهاست.

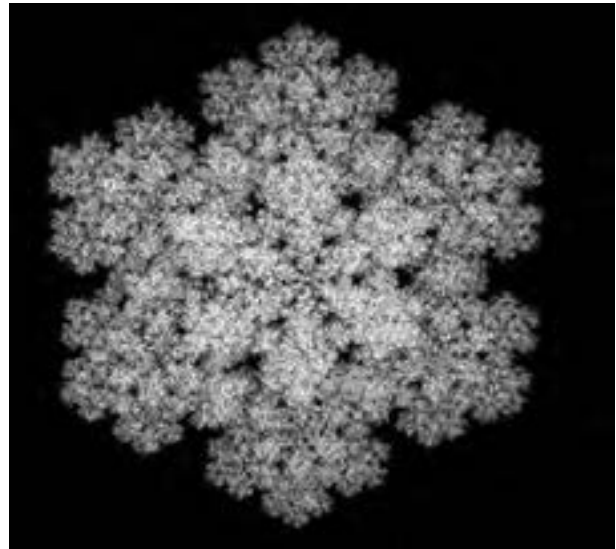
هندسره که به معنای اندازه است دانشی است که بشر در جهت درک و شناخت و تبیین و تقلید از انواع شکل‌هایی که در طبیعت با آنها روبه‌رو بوده، بنیان‌گذارده است. دانشی که در طول زمان عمق و گسترش زیادی یافته است.

### طبیعت، شکل، اندازه و نظم

بزرگ‌ترین معلم انسان خداوند حکیم است و دفتر طبیعت کتاب بزرگ و گسترده‌ای است که او در برابر انسان گشوده تا با بهره‌گیری از موهبت هوش و عقل رازهای آن را یک به یک بشکافد و راه به نور و عالم بالا گشاید.

یکی از ویژگی‌های پدیده‌های طبیعی وجود نوعی نظم در





## هندسه اقلیدسی و هندسه شرقی یا ایرانی

هم‌چنان اهمیت و قدرت خود را حفظ کرده است.

علاوه بر هندسه اقلیدسی نوعی هندسه ترسیمی که جنبه عملی و کاربردی داشته در شرق به کار می‌رفته است که ابوالوفاء محمدبن محمدالبوزجانی، ریاضیدان ایرانی قرن چهارم، آن را در رساله‌ای به زبان عربی با نام «اشکال هندسی که عمل‌کنندگان و صنعتگران بدان نیاز دارند» مدون کرده است.<sup>۲</sup> در این نوع هندسه، که ریشه آن احتمالاً در همان تمدن‌های شرقی می‌باشد، بعضی از ترسیمات اثبات هندسی ندارند. یعنی مشابه ترسیمات هندسه اقلیدسی نیستند که به دلیل اثبات هندسی کاملاً و صددرصد دقت داشته باشند، بلکه تقریبی هستند اما عدم دقت آنها به قدری ناچیز است که در عمل به هیچ وجه ادراک نمی‌شود. بنابراین در مقیاس اشکال و احجام به‌کاررفته در معماری کاملاً کاربرد دارند.<sup>۳</sup>

اغلب مطالب این فصل را هنرجویان در طول دوران تحصیلی راهنمایی و اول متوسطه فراگرفته‌اند، آنچه در این جا ذکر می‌شود مروری همراه با تمرینات کاربردی مربوط به آنهاست. لذا حل تمرینات با درک مفاهیمی که در قالب یادآوری آمده است ضروری می‌باشد.

ردپای توجه انسان به هندسه در آثاری از دوره غارنشینی یافته شده است. آثار به‌جامانده از تمدن بابلیان، متعلق به چهارهزار سال قبل از میلاد مسیح حاکی از آن است که آنها برای رفع نیازهای خود در زمینه مساحی، نقشه‌برداری و ساختمان از هندسه و روابط هندسی بهره می‌برده‌اند و سعی در محاسبه مساحت دایره و عدد پی کرده‌اند. هم‌چنین در تمدن‌های مصر، هندوچین هندسه در عمل نقش مؤثری در شکل‌دهی به مصنوعات تولیدشده توسط آنها داشته است.

اما دانش هندسه مبتنی بر برهان و اثبات را یونانیان در حدود دوهزار و پانصد سال پیش تدوین نموده‌اند که به هندسه اقلیدسی معروف است. همان هندسه‌ای که در سال‌های گذشته با آن آشنا شده‌اید. شاید شنیده باشید که از قرن هفدهم به بعد با بسط دانش در همه زمینه‌ها از جمله ریاضیات، دانش هندسه نیز بسط پیدا کرد و انواع دیگر هندسه<sup>۱</sup> بنیان گذاشته شد.

هریک از انواع هندسه، که ظاهراً مبانی بعضی از آنها در تناقض با یکدیگر است، در مقیاس ویژه‌ای از فیزیک و جهان هستی کاربرد دارند. هندسه اقلیدسی در مقیاس فضای زیست انسان کاربرد دارد از آن‌رو با وجود کشف هندسه‌های جدید،

۱- از جمله هندسه تحلیلی، هندسه ریمانی و هندسه نااقلیدسی

۲- «فی ما يحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه» این رساله توسط آقای سید علی رضا جذبی به عبارت روز برگردان شده و انتشارات سروش آن را در سال ۱۳۶۹

با عنوان هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل) چاپ کرده است.

۳- در این فصل روش‌های ترسیمی ارائه شده برگرفته از هردو هندسه است و یادگیری آنها ما را در ترسیمات دوبعدی که اساس ترسیمات سه‌بعدی نیز هست یاری می‌کند.



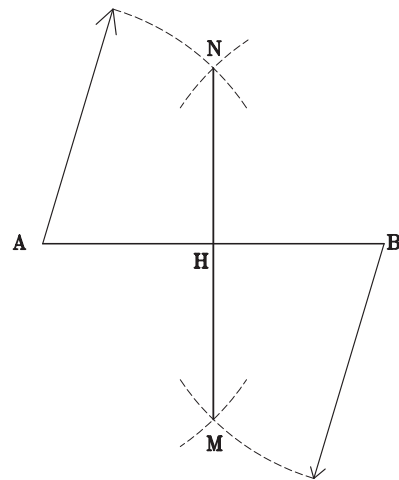
## ترسیمات پایه

### ترسیم خطی عمود بر خط دیگر

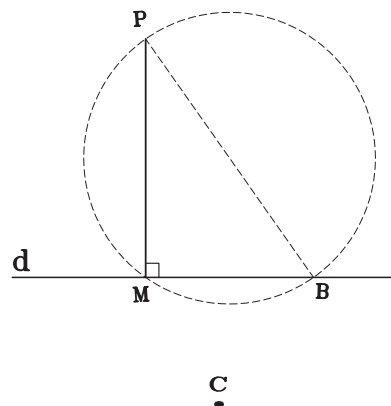
می‌دانید زاویه  $90^\circ$  درجه زاویه ویژه‌ای است. فضا با سه بردار عمود برهم مشخص می‌شود. بنابراین ترسیم دقیق زاویه  $90^\circ$  درجه یا ترسیم دو خط عمود برهم بسیار مهم است.

شکل‌های ۱-۱، ۱-۲ و ۱-۳ نحوه ترسیم دو خط عمود برهم را نشان می‌دهد.

در شکل ۱-۱ پاره خط MN بر وسط خط AB عمود شده است.



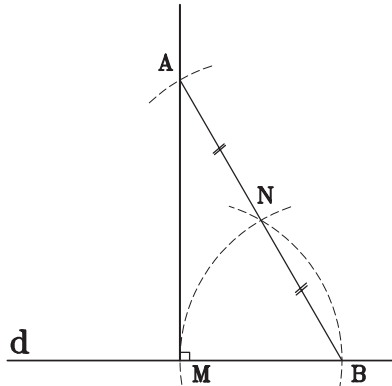
شکل ۱-۱



شکل ۱-۲

در شکل ۱-۲ از نقطه P خارج خط d بر آن عمود کرده‌ایم. آیا می‌توانید شیوه ترسیم را پیدا کنید؟

در شکل ۱-۳ از نقطه M روی خط d عمودی بر خط d ترسیم شده است.



شکل ۱-۳

مراحل ترسیم به این ترتیب است:

نقطه B را به دلخواه روی خط d انتخاب می‌کنیم.

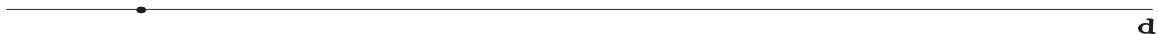
از B و M قوس‌هایی به شعاع BM رسم می‌کنیم تا یکدیگر را در نقطه N قطع کنند.

از B به N وصل می‌کنیم و به اندازه خودش امتداد می‌دهیم تا به نقطه A برسیم اگر از A به M وصل کنیم AM در نقطه M بر خط d عمود است.

دقت کنید که می‌توانید نقطه A را بر امتداد BN هم از طریق اندازه‌گیری و هم بدون استفاده از خط‌کش مدرج و با قوس زدن پیدا کنید.

تمرین: در شکل ۱-۴ از سه نقطه A روی خط، B و C خارج خط سه خط بر خط d عمود کنید.

A



d

B

شکل ۱-۴

## ترسیم خطی به موازات خط دیگر

می‌دانید دو خط عمود بر یک خط با هم موازند آیا می‌توانید با استفاده از این قضیه و نحوه ترسیم دو خط عمود بر هم، دو خط موازی با هم بکشید؟  
تمرین: دو خط موازی رسم کنید که فاصله آنها از هم ۳ سانتی‌متر باشد.

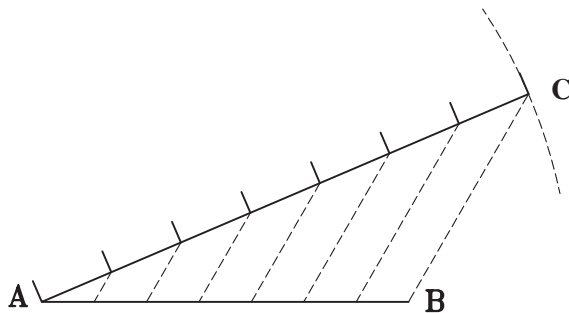
## تقسیم یک پاره خط به n قسمت مساوی

با روش ترسیم عمود منصف‌ها می‌توان هر پاره خط را به تقسیماتی با توان ۲ (دو، چهار، هشت، شانزده) تقسیم کرد اما این راه اولاً وقت‌گیر است، ثانیاً کلی نیست. یعنی نمی‌توانیم یک پاره خط را به تقسیمات فرد یا مثلاً به شش یا ده و ... تقسیم کرد.

مثال: می‌خواهیم پاره خطی به طول  $10/2$  سانتی‌متر را به ۷ قسمت مساوی تقسیم کنیم. اگر طول خط ۷ یا ۱۴ یا حتی  $10/5$  و به‌طور کلی ضربی از ۷ بود و ما خط‌کش مدرجی با تقسیمات میلی‌متری نیز داشتیم، تقسیمات عملی بود اما طول خط ضربی از ۷ نیست.

به شکل ۱-۶ توجه کنید پاره خط AB به ۷ قسمت مساوی تقسیم شده است. چگونه عمل کرده‌ایم؟ به ترسیم دقت کنید. طول خط AC را خود انتخاب کرده و آن را به ۷ قسمت کرده‌ایم. آن‌گاه از انتهای خط یعنی نقطه C به انتهای خط مفروض یعنی B وصل کرده و از نقاط تقسیم پاره خط‌هایی به موازات BC ترسیم کرده‌ایم. خط AB به آسانی به ۷ قسمت مساوی تقسیم شده است. در این روش ترسیم در واقع از قضیه تالس استفاده کرده‌ایم.

سؤال: اگر خط‌کش مدرج هم نداشته باشیم آیا باز هم می‌توانیم هر پاره خطی را به هر چند قسمت مساوی که بخواهیم تقسیم کنیم؟

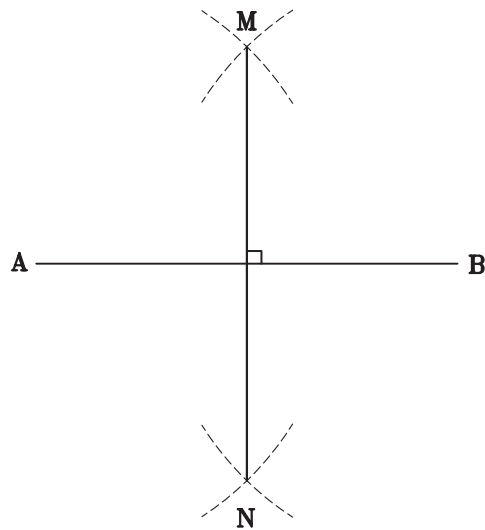


شکل ۱-۶

تمرین: بدون استفاده از خط‌کش مدرج خطی به طول دلخواه را به ۵ قسمت مساوی تقسیم کنید.

## تقسیم یک پاره خط به دو قسمت مساوی (عمود منصف یک خط)

به شکل ۱-۵ توجه کنید این شکل طریقه ترسیم عمود منصف یک پاره خط را نشان می‌دهد. آیا می‌توانید بگویید چرا پاره خط MN عمود منصف پاره خط AB است؟  
از روش فوق می‌توانیم هنگامی که ابزاری مانند خط‌کش مدرج نداریم برای تقسیم یک پاره خط به دو قسمت مساوی استفاده کنیم. اگر دقیق ترسیم کنیم، این روش از اندازه‌گیری می‌تواند دقیق‌تر باشد.



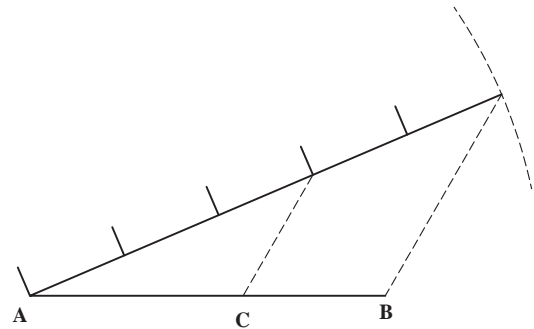
شکل ۱-۵

تمرین: خطی به طول  $7/3$  سانتی‌متر ترسیم کنید و آن را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.

## تقسیم یک پاره خط به یک نسبت مشخص

برای تقسیم پاره خط به یک نسبت مشخص باز هم می توان از راه حل بالا کمک گرفت.

به شکل ۱-۷ توجه کنید پاره خط  $AB$  که طول آن ۴۷ میلی متر است به نسبت ۲ و ۳ تقسیم شده است.

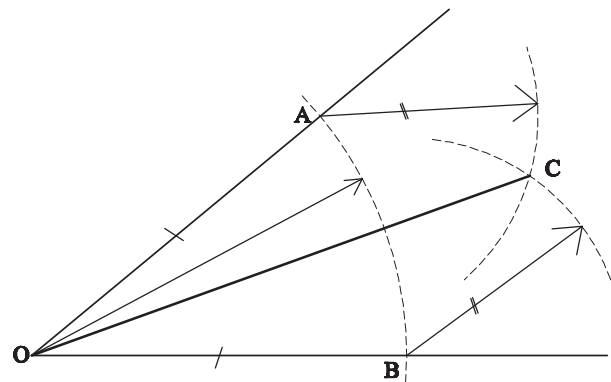


شکل ۱-۷

تمرین : خطی به طول دلخواه ترسیم کنید آن گاه آن را به نسبت ۳ و ۴ تقسیم کنید. آیا می شود بدون استفاده از خط کش مدرج آن را انجام داد؟

## تقسیم یک زاویه به دو قسمت مساوی (نیمساز یک زاویه)

به شکل ۱-۸ توجه کنید طریقه ترسیم نیمساز زاویه را نشان می دهد. می توانید بگویید چرا نیم خط  $OA$  نیمساز زاویه  $O$  است؟



شکل ۱-۸

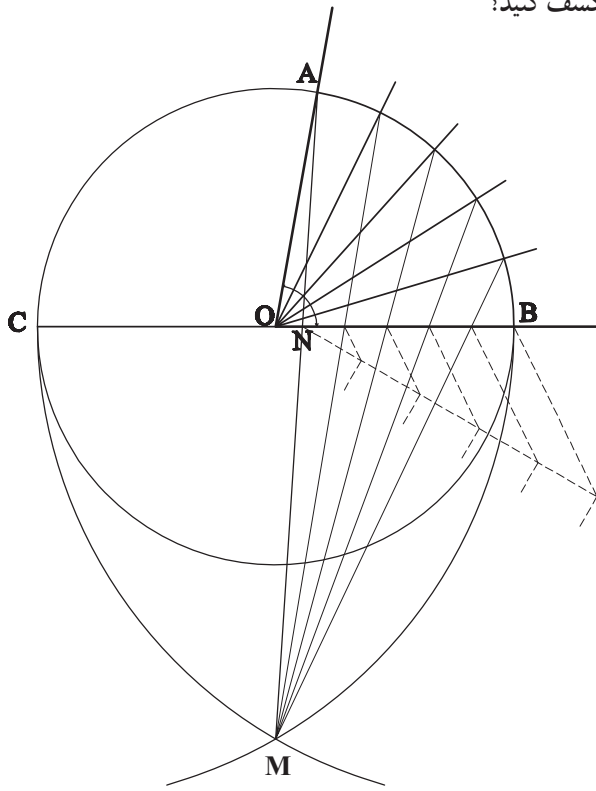
تمرین : یک مثلث دلخواه ترسیم کنید. آن گاه هر زاویه آن را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. نیمسازها را تا ضلع مقابل هر زاویه ادامه دهید. آیا یکدیگر را در یک نقطه قطع کرده اند؟ تقاطع این خطوط در یک نقطه نشانه دقت بالای شما است.

## تقسیم یک زاویه به n قسمت مساوی

با ترسیم متوالی نیمسازهای یک زاویه مشابه آن چه درباره تقسیم یک پاره خط دیدید می توان یک زاویه را به چهار، هشت، شانزده و ... تقسیم نمود. اما اگر بخواهیم زاویه ای را به پنج یا شش قسمت تقسیم کنیم چه؟

حقیقت این است که نمی توان با روشی علمی که اثبات هندسی داشته باشد هر زاویه ای را به چند قسمت مساوی تقسیم کرد. اما جوزانی در کتاب خود روش ترسیمی را ارائه داده است که با خطای بسیار جزئی زاویه را به چند قسمت تقسیم می کند.

به شکل ۱-۹ توجه کنید. می خواهیم زاویه  $AOB$  را به پنج قسمت مساوی تقسیم کنید. آیا می توانید شیوه ترسیم را کشف کنید؟



شکل ۱-۹

۱- این طریقه ترسیم از کتاب جوزانی است.

دقت کنید مراحل زیر در تقسیم زاویه انجام شده است. قسمت مساوی با خطای بسیار جزئی تقسیم شده است.

۱- به مرکز O رأس زاویه دایره‌ای به شعاع دلخواه رسم

می‌کنیم.

۲- یکی از اضلاع زاویه را امتداد داده تا دایره را در نقطه

C قطع کند.

۳- به مرکز B و شعاع قطر دایره قوسی می‌زنیم.

۴- به مرکز C و شعاع قطر دایره قوس دیگری می‌زنیم تا

قوس اول را در نقطه M قطع کند.

۵- از M به A وصل می‌کنیم تا OB را در نقطه N قطع

کند.

۶- پاره خط BN را به پنج قسمت مساوی تقسیم

می‌کنیم.

۷- از نقطه M به نقاط تقسیم وصل می‌کنیم و امتداد

می‌دهیم تا دایره را در نقاط P، Q، R، S قطع کنند.

۸- اگر از O به نقاط P، Q، R، S وصل کنیم زاویه به ۵

### تمرین منزل

۱- یک مثلث متساوی‌الاضلاع رسم کنید و هریک از

اضلاع آن را به سه قسمت مساوی تقسیم کنید. از هر نقطه تقسیم

به موازات دو ضلع دیگر خطوطی رسم کنید. چند مثلث به وجود

آمده است؟ آیا همه آنها متساوی‌الاضلاع هستند؟

۲- یک زاویه منفرجه یا باز ترسیم کنید. آن را به ۷ قسمت

مساوی تقسیم کنید.

۳- نقش داده شده شکل ۱-۱۰-الف را در کادر  $16 \times 16$

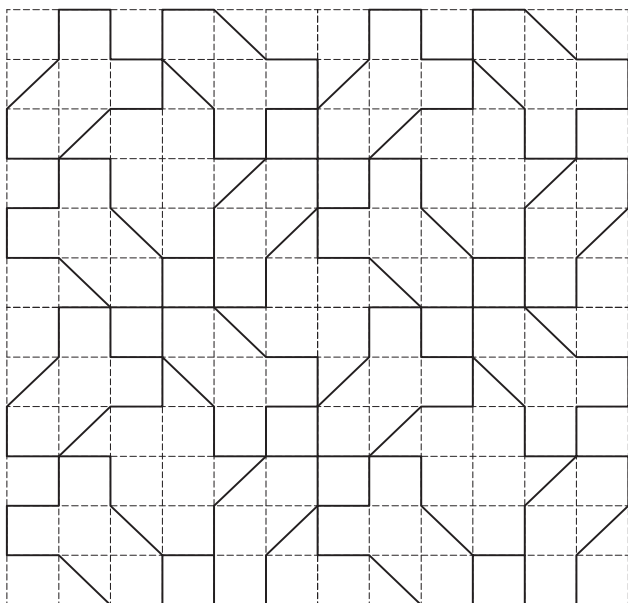
۱۶ با دقت ترسیم کنید.

طریقه ترسیم در شکل‌های ۱-۱۰-ب و ۱-۱۰-ج نشان

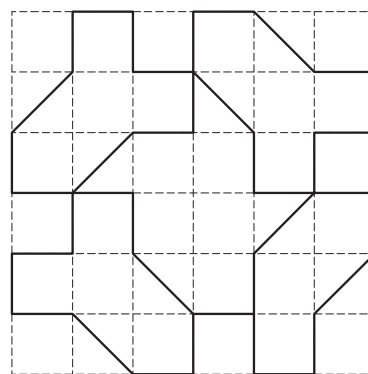
داده شده است.



(الف)



(ج)



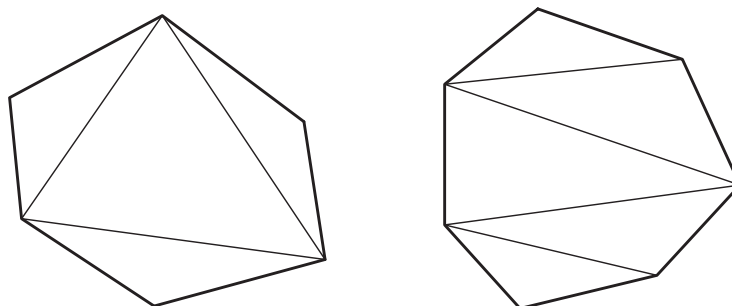
(ب)

شکل ۱-۱۰

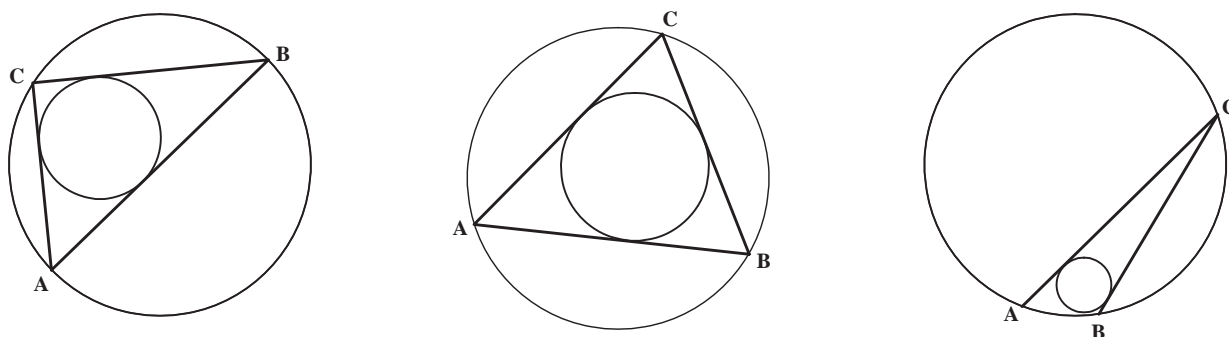
## مثلث

انواع دیگر چندضلعی فقط چندضلعی‌های منتظم هستند که هم محیط بر یک دایره و هم قابل محیط در یک دایره می‌باشند. مثلث به دلیل ویژگی‌هایش اهمیت خاصی در ترسیمات دارد. در ادامه این فصل با یادآوری تعریف مثلث و تعدادی از احکام مرتبط با آن، سعی می‌کنیم شناخت بهتری از آن به دست آوریم که در ترسیمات بعدی به کار می‌آیند.

مثلث ساده‌ترین شکل هندسی است. هر شکلی که از چند خط راست بسته تشکیل شده باشد، قابل تبدیل به تعدادی مثلث است (شکل ۱-۱۱). مثلث تنها شکلی است که همه انواع آن قابل محیط در دایره است. هم‌چنین همه انواع آن می‌توانند محیط بر یک دایره باشند (شکل ۱-۱۲). این ویژگی صرفاً مخصوص مثلث یا سه‌ضلعی است. در



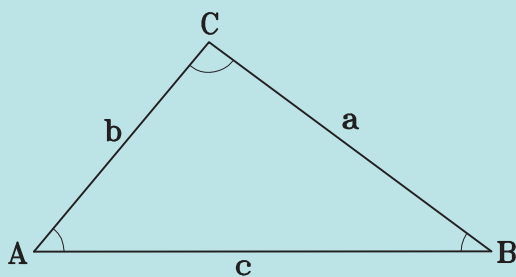
شکل ۱-۱۱



شکل ۱-۱۲

## تعریف مثلث

### یادآوری



شکل ۱-۱۳

اگر سه خط دوجه دو یکدیگر را قطع کنند، شکل ایجاد شده را مثلث می‌نامند (شکل ۱-۱۳).

هر مثلث دارای خواص زیر است:

سه زاویه داخلی و سه زاویه خارجی دارد.

مجموع اندازه‌های زوایای داخلی هر مثلث  $180^\circ$  درجه

است.

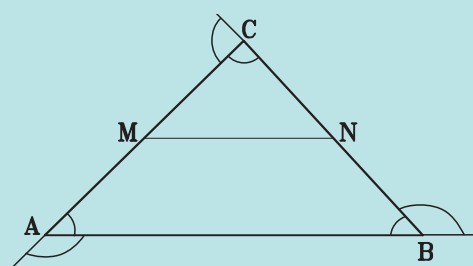
در هر مثلث اندازه زاویه خارجی با مجموع اندازه‌های دو

زاویه داخلی غیرمجاور آن، برابر است.

پاره‌خطی که وسط‌های دو ضلع مثلث را به هم وصل می‌کند

با ضلع سوم آن مثلث موازی و اندازه آن برابر نصف اندازه ضلع

سوم است (شکل ۱-۱۴).



شکل ۱-۱۴

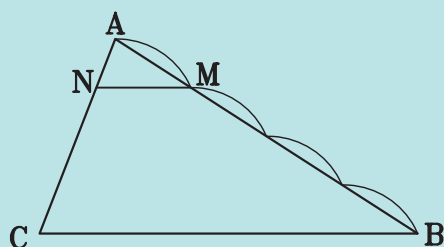
$$\frac{CN}{CB} = \frac{CM}{CA} = \frac{MN}{AB} = \frac{1}{2}$$

آنها را رسم کنید.

تمرین: مثلث ABC مفروض است در درون آن چند

مثلث می‌توان رسم کرد که یکی از اضلاع آن نصف BC باشد؟

### یادآوری



شکل ۱-۱۵

خطی که موازی یک ضلع مثلث باشد و دو ضلع دیگر

آن مثلث را قطع کند، آن دو ضلع را به یک نسبت تقسیم می‌کند

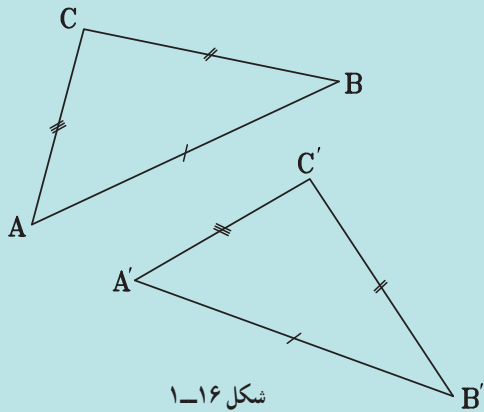
(شکل ۱-۱۵).

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{NM}{CB}$$

تمرین: در شکل ۱-۱۵ خط MN به موازات BC ترسیم

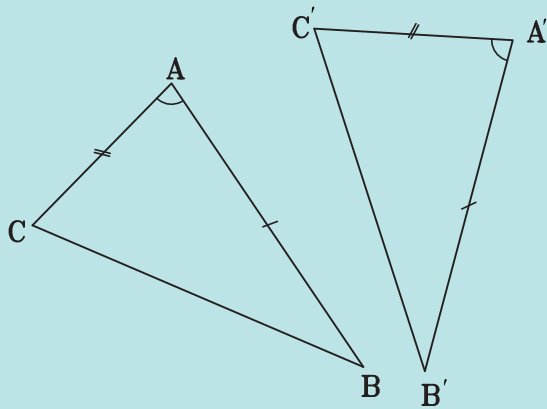
شده است. AM یک چهارم AB است. اگر طول MN، ۲ واحد

باشد ضلع BC چند واحد است؟



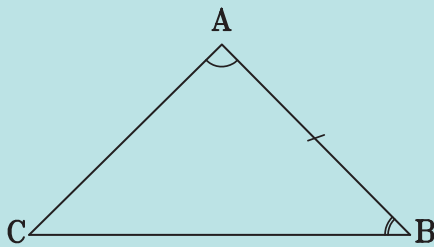
شکل ۱-۱۶

هر دو مثلث در سه حالت با هم مساویند :  
 حالت اول : تساوی سه ضلع (ض ض ض)  
 اگر سه ضلع از مثلثی با سه ضلع از مثلثی دیگر، برابر باشند،  
 آن دو مثلث باهم برابرند (شکل ۱-۱۶).



شکل ۱-۱۷

حالت دوم : تساوی دو ضلع و زاویه بین آنها (ض ض ض)  
 اگر دو ضلع و زاویه بین آنها از مثلثی با دو ضلع و زاویه  
 بین آنها از مثلثی دیگر، برابر باشند آن دو مثلث باهم برابرند  
 (شکل ۱-۱۷).



شکل ۱-۱۸

حالت سوم : تساوی دوزاویه و ضلع بین (ز ض ز)  
 اگر دو زاویه و ضلع بین آنها از مثلثی با دو زاویه و ضلع  
 بین آنها از مثلثی دیگر برابر باشند، آن دو مثلث باهم برابرند  
 (شکل ۱-۱۸).

## انواع مثلث (مثلث‌های خاص)

### یادآوری

به یاد دارید که مثلث با توجه به ویژگی اضلاع یا زوایایش به سه نوع ویژه نام‌گذاری می‌شود.

الف) مثلث قائم‌الزاویه  
ب) مثلث متساوی‌الساقین  
ج- مثلث متساوی‌الاضلاع

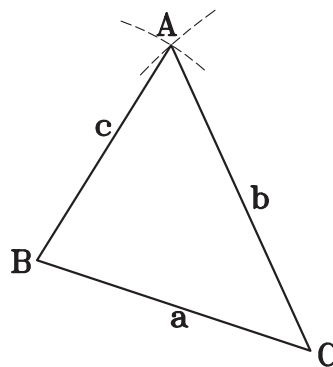
واضح است که مثلثی که هیچ‌یک از ویژگی‌های سه نوع مثلث فوق را ندارد، مثلث مختلف‌الاضلاع است.

### ترسیم مثلث

برای ترسیم مثلث به اطلاعاتی نیاز داریم که در تساوی دو مثلث لازم است.

الف) داشتن سه ضلع: برای ترسیم مثلثی با داشتن سه ضلع مراحل زیر می‌باید طی شود:

- ۱- ترسیم خطی به طول یکی از اضلاع معلوم
- ۲- ترسیم قوسی به شعاع یکی دیگر از سه ضلع و به مرکز یک سر پاره‌خط ضلع اول
- ۳- ترسیم قوسی دیگر به شعاع طول ضلع سوم و به مرکز سر دیگر پاره‌خط ضلع اول
- ۴- اتصال نقطه تقاطع دو قوس به دوسر پاره‌خط یعنی ضلع اول (مطابق شکل ۱۹-۱).



شکل ۱۹-۱

تمرین: مثلثی به اضلاع ۳۴، ۵۳ و ۴۱ میلی‌متر را رسم کنید.

توجه داشته باشید که ترسیم خوب یعنی ترسیمی صحیح با حداکثر دقت، نظافت و سرعت.

ب) داشتن دو زاویه و ضلع بین آنها: با توجه به راه حل بالا آیا می‌توانید از طریق داشتن دو زاویه و ضلع بین مثلث را ترسیم کنید؟

ترسیم چنین مثلثی نیز آسان است. ابتدا خطی به طول ضلع معلوم می‌کشیم، هریک از دوسر ضلع را رأس یکی از زوایای معلوم قرار داده و زاویه را ترسیم می‌کنیم. محل تقاطع دو ضلع زاویه‌ها رأس سوم مثلث را می‌سازد.

تمرین: در یک مثلث متساوی‌الساقین ضلع قاعده ۶ سانتی‌متر و زاویه رأس  $30^\circ$  درجه است، مثلث را ترسیم کنید. چگونه عمل می‌کنید؟

سه ضلع مثلث را نداریم. بنابراین باید از طریق دو زاویه و ضلع بین عمل کنیم.

آیا دو زاویه بین دوساق و قاعده مثلث را داریم؟  
آیا می‌شود این دو زاویه را پیدا کرد؟  
دقت کنید که چگونه می‌توانیم با استفاده از قضایایی که درباره مثلث می‌دانیم به اندازه دو زاویه پی‌بیریم.

الف) مجموع زوایای داخلی مثلث  $180^\circ$  درجه است.  
ب) در مثلث متساوی‌الساقین زوایای بین قاعده و هریک از دو ساق باهم برابرند.

$$\text{پس } 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ \text{ مجموع دو زاویه}$$

$$150^\circ : 2 = 75^\circ \text{ اندازه هریک از دو زاویه}$$

حال دو زاویه و ضلع بین دو زاویه مثلث را داریم و مثلث قابل ترسیم است.

ج) داشتن دو ضلع و زاویه بین آنها: به نظر می‌رسد ترسیم مثلثی با داشتن دو ضلع و زاویه معلوم بین دو ضلع بسیار ساده باشد. آن را با طول اضلاع دلخواه و زاویه دلخواه رسم کنید.

تمرین: مثلثی رسم کنید که یک زاویه آن  $45^\circ$  درجه، یکی از اضلاع مجاور به این زاویه ۳۲ میلی‌متر و ضلع دیگر مجاور به این زاویه ۴۸ میلی‌متر باشد.



## تمرین منزل

مثلث‌های زیر را ترسیم کنید :

- یک مثلث متساوی‌الاضلاع با طول ضلع  $\frac{3}{5}$  سانتی‌متر
- یک مثلث متساوی‌الساقین با طول ساق  $\frac{6}{2}$  سانتی‌متر و زاویه بین دو ساق  $60^\circ$
- یک مثلث متساوی‌الساقین با طول ساق ۶ و زاویه بین قاعده و ساق  $30^\circ$
- یک مثلث قائم‌الزاویه با طول وتر ۵ و یک زاویه  $40^\circ$  درجه

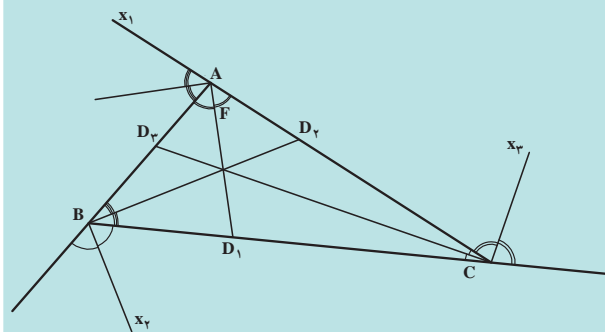
- یک مثلث قائم‌الزاویه با طول ضلع  $\frac{3}{5}$  و یک ضلع  $\frac{4}{4}$
- یک مثلث قائم‌الزاویه با طول وتر ۵ و یک ضلع ۴

## خطوط اصلی و مهم در مثلث

### یادآوری

نیمساز

پاره‌خطی که زوایای داخلی هر مثلث را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کند، نیمساز داخلی مثلث می‌نامند. همچنین خط‌هایی که زوایای خارجی هر مثلث را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کند، نیمساز خارجی مثلث نامیده می‌شود (شکل ۱-۲۰).



شکل ۱-۲۰

## تمرین

۱- از مثلث ABC اطلاعات زیر را داریم :

زاویه A  $60^\circ$  درجه طول ضلع AB ۴ سانتی‌متر و طول نیمساز زاویه A ۳ سانتی‌متر. آیا می‌توانیم مثلث را ترسیم کنیم؟ چگونه؟ آن را رسم کنید.

۲- مثلثی رسم کنید که اضلاع آن ۲۳ و ۳۴ و ۴۵ میلی‌متر باشد. نیمسازهای زوایای داخلی آن را ترسیم کنید. آیا نیمسازها یکدیگر را در یک نقطه قطع کرده‌اند؟

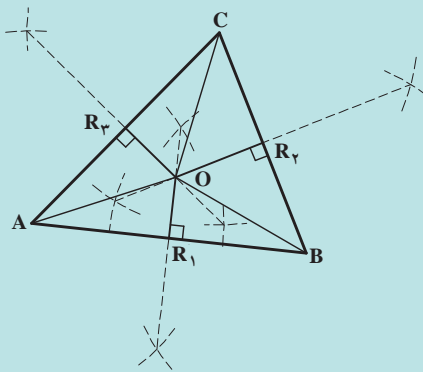
اگر چنین نیست یک بار دیگر با دقت بیشتری آن را انجام دهید. زیرا :

نیمسازهای داخلی یک مثلث یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند یا هم رسند.

## عمود منصف

### یادآوری

عمود منصف هر ضلع مثلث، خطی است که از وسط ضلع می‌گذرد و بر آن عمود است (شکل ۱-۲۱).



شکل ۱-۲۱

تحقیق کنید زاویه بین نیمسازهای داخلی و خارجی هر رأس مثلث چند درجه است؟

اضلاع آن را با دقت ترسیم کنید. آیا سه ارتفاع یکدیگر را در یک نقطه قطع کرده‌اند؟

این نقطه در داخل مثلث است یا در خارج آن؟  
در رابطه با ارتفاع‌های مثلث توجه کنید.  
ارتفاع‌های یک مثلث هم‌رسند.

می‌توانید مثلی رسم کنید که نقطه تقاطع ارتفاع‌های آن در خارج مثلث باشد؟

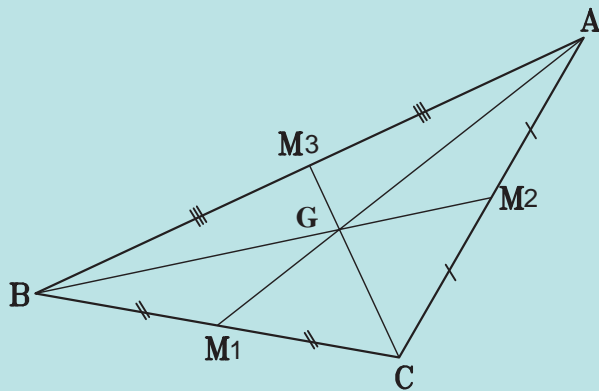
چه نوع مثلی است که نقطه تقاطع ارتفاع‌های آن بر یک رأس آن واقع شده است؟

### میانہ

#### یادآوری

میانہ مثلث پاره‌خطی است که یک سر آن رأس و سر دیگر آن وسط ضلع مقابل به آن رأس باشد.

در شکل ۱-۲۳ اگر نقاط  $M_1$ ،  $M_2$  و  $M_3$  به ترتیب در وسط اضلاع  $AC$ ،  $BC$  و  $AB$  باشند، پاره‌خط‌های  $AM_1$  و  $BM_2$  و  $CM_3$  سه میانہ مثلث  $ABC$  هستند.



شکل ۱-۲۳

مثلی با ابعاد دلخواه رسم کنید.

با تقسیم هر ضلع آن به دو قسمت مساوی، وسط هر ضلع را به دست آورید.

آن‌گاه میانہ‌های مثلث را ترسیم کنید.

با دقتی که در ترسیم داشته‌اید حتماً میانہ‌ها یکدیگر را در

تمرین: یک مثلث رسم کنید. عمودمنصف‌های هر ضلع را ترسیم نمایید.

آیا عمودمنصف‌ها یکدیگر را در یک نقطه قطع کرده‌اند؟  
اگر صحیح و دقیق ترسیم کرده باشید. هر سه یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند. زیرا:

سه عمودمنصف اضلاع مثلث هم‌رسند.

فاصله نقطه  $O$  محل تقاطع عمودمنصف‌ها را تا رأس‌های مثلث اندازه بگیرید. آیا باهم مساویند؟

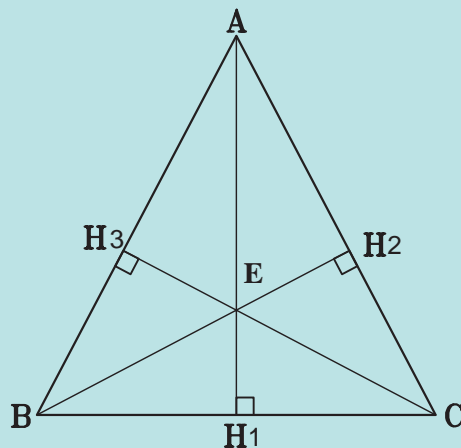
می‌توانید به مرکز  $O$  و شعاع  $AO$  یک دایره رسم کنید. آیا این دایره از دو رأس دیگر مثلث گذشته است؟

تمرین: عمودمنصف‌های یک مثلث قائم‌الزاویه را ترسیم کنید و مشابه تمرین بالا عمل کنید.

### ارتفاع

#### یادآوری

ارتفاع‌های مثلث: ارتفاع هر ضلع مثلث پاره‌خطی است عمود بر آن ضلع، که یک سر آن پای عمود و سر دیگر آن رأس مقابل به آن ضلع است. در شکل ۱-۲۲  $AH_1$ ،  $BH_2$ ،  $CH_3$  سه ارتفاع مثلث  $ABC$  است.



شکل ۱-۲۲

تمرین: مثلی با اندازه‌های دلخواه رسم کنید. ارتفاع

یک نقطه قطع کرده‌اند. زیرا:

میانها در هر مثلث هم‌رسند، یعنی یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند.

حال مثلث دیگری تا حد امکان بزرگ رسم کنید و میانهای آن را ترسیم کنید. آن‌گاه هر میانها را با روشی که در تقسیم یک خط آموخته‌اید، به سه قسمت مساوی تقسیم کنید. به چه نتیجه‌ای رسیده‌اید؟

آیا یکی از نقاط تقسیم سه میانها نقطه تقاطع سه میانها نیست؟

حتماً چنین است. زیرا:

سه میانها در هر مثلث هم‌رسند. نقطه هم‌رس، هر میانها را به نسبت ۱ و ۲ تقسیم می‌کند، در شکل ۱-۲۳ سه میانها مثلث ABC در نقطه G هم‌رسند و  $AG=2GM_1$ ،  $BG=2GM_2$  و  $CG=2GM_3$  است.

تمرین: می‌خواهیم مثلث ABC را ترسیم کنیم اما اطلاعات ما از این مثلث عبارت است از:

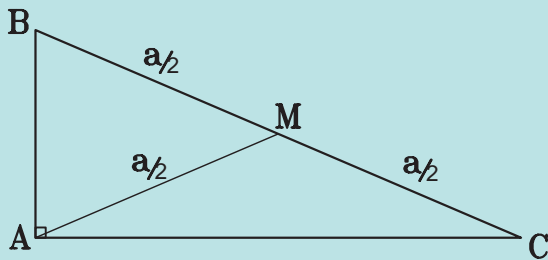
AB ۴۳ میلی‌متر، AC ۳۴ میلی‌متر و میانها ضلع AB یعنی AM ۲۸ میلی‌متر، آیا می‌توانیم مثلث را ترسیم کنیم؟ کمی فکر کنید و آن را ترسیم کنید.

تمرین: مثلث قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که یکی از اضلاع آن ۳ و ضلع دیگر آن ۴ سانتی‌متر باشد. ترسیم را با دقت انجام دهید بعد از ترسیم وتر آن را اندازه بگیرید. آیا قضیه فیثاغورث در مورد آن صدق می‌کند؟ می‌توانید بدون اندازه‌گیری ارتفاع وارد بر وتر آن را اندازه بگیرید؟ از مساحت مثلث قائم‌الزاویه کمک بگیرید.

### یادآوری

در هر مثلث قائم‌الزاویه میانها وارد بر وتر، نصف وتر است. در شکل ۱-۲۵ AM میانها وارد بر وتر BC است. بنابراین

$$AM = \frac{BC}{2} \text{ و یا } AM = BM = CM \text{ است.}$$



شکل ۱-۲۵

تمرین: مثلث قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که وتر آن ۴ سانتی‌متر و یکی از اضلاع آن ۲ سانتی‌متر باشد.

### برخی از ویژگی‌های مثلث متساوی‌الساقین

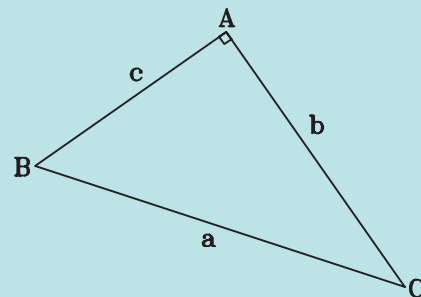
#### یادآوری

در مثلث متساوی‌الساقین، نیمساز زاویه رأس، ارتفاع و میانها وارد بر قاعده و عمود منصف قاعده برهم منطبق‌اند. در شکل ۱-۲۶،  $\angle B = \angle C$  و  $\overline{AD}$  نیمساز زاویه رأس است. بنابراین AD ارتفاع و میانها وارد بر قاعده و همچنین عمود منصف قاعده است.

### برخی از ویژگی‌های مثلث قائم‌الزاویه

#### یادآوری

قضیه فیثاغورث: در هر مثلث قائم‌الزاویه، مربع وتر با مجموع مربع دو ضلع برابر است. در شکل ۱-۲۴ مثلث ABC قائم‌الزاویه است. بنابراین  $BC^2 = AB^2 + AC^2$  است.

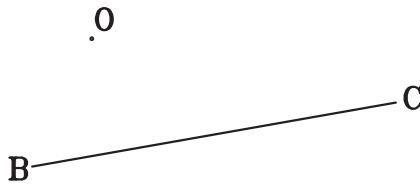


شکل ۱-۲۴

## تمرین منزل

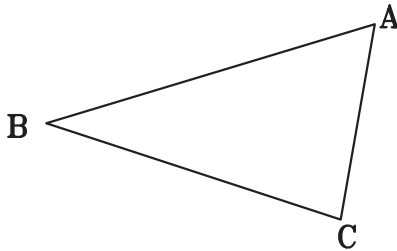
۱- چند مثلث قائم الزاویه می‌توان رسم کرد. که یکی از سه ضلع آن دو برابر ضلع دیگر باشد. یکی را با ابعاد دلخواه رسم کنید.

۲- در شکل ۱-۲۸ ضلع  $BC$  و همچنین نقطه  $O$  هم‌مرسی سه میانه از مثلث  $ABC$  مشخص است، رأس  $A$  از مثلث را مشخص کنید.



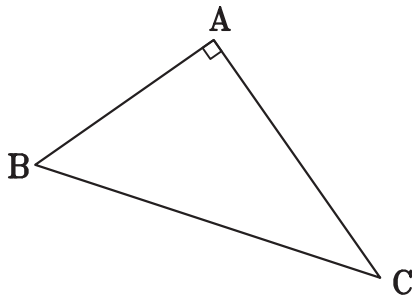
شکل ۱-۲۸

۳- در شکل ۱-۲۹ مثلث  $ABC$  را به چهار مثلث طوری تقسیم کنید که رأس  $A$  در آنها مشترک و مساحت چهار مثلث برابر باشد.

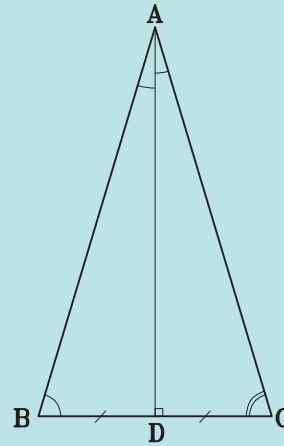


شکل ۱-۲۹

۴- در شکل زیر در مثلث قائم الزاویه  $ABC$  با رسم ارتفاع  $AH$ ، سه مثلث قائم الزاویه متشابه ایجاد می‌شود. آن سه مثلث را مشخص کنید و تناسب بین اضلاع آنها را بنویسید.

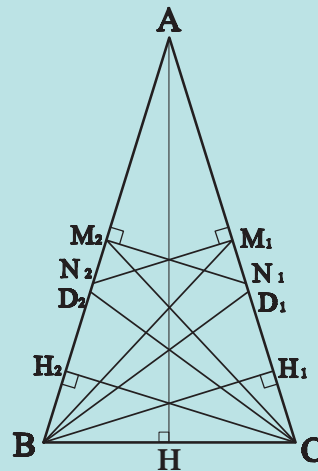


شکل ۱-۳۰



شکل ۱-۲۶

در مثلث متساوی الساقین، اندازه نیمسازهای دو زاویه مجاور به قاعده باهم، اندازه ارتفاع‌ها و میانه‌های وارد بر ساق‌ها باهم، و اندازه عمود منصف‌های دوساق که بین دو ساق محصور است باهم، برابرند (شکل ۱-۲۷).



شکل ۱-۲۷

تمرین: از یک مثلث متساوی الساقین طول قاعده و ارتفاع وارد بر ساق را داریم. آیا مثلث قابل ترسیم است؟ اگر قاعده آن ۵ و ارتفاع وارد بر ساق ۴ سانتی متر باشد مثلث را ترسیم کرده و ارتفاع، نیمساز، میانه و عمود منصف آن را ترسیم کنید.

### تقارن

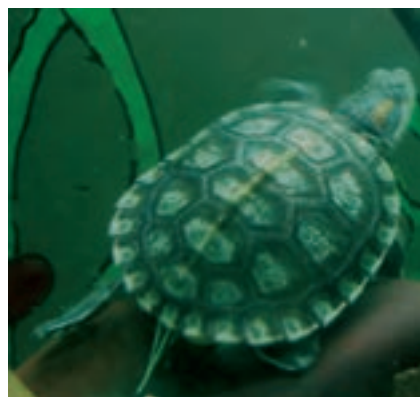
هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- ۱- با به کارگیری مفهوم تقارن قرینه اشکال را نسبت به محور تقارن تعیین شده رسم نماید.
- ۲- با استفاده از مفهوم تقارن مرکزی قرینه هر شکلی را نسبت به مرکز تقارن تعیین شده رسم نماید.
- ۳- با تشخیص تقارن در اشکال مختلف، مرکز یا محورهای تقارن آنها را مشخص سازد.

### تقارن

شوند. این موضوع در شکل بسیاری از پدیده‌های مادی دیده می‌شود. به تصاویر زیر نگاه کنید. آیا این مفهوم را می‌توانید در آنها پیدا کنید؟

در طبیعت به کرات با شکل‌هایی مواجه شده‌ایم که به نظر می‌رسد می‌توانند به دو شکل کاملاً مساوی و مشابه هم تقسیم



شکل ۱-۲

خطی که شکل را به دو بخش مشابه هم یا مساوی تقسیم می‌کند محور تقارن آن نامیده می‌شود. آیا می‌توانید محور تقارن تصاویر صفحه قبل را مشخص کنید؟  
 یک شکل می‌تواند چند محور تقارن داشته باشد. در شکل ۲-۲ چند محور تقارن تشخیص می‌دهید؟



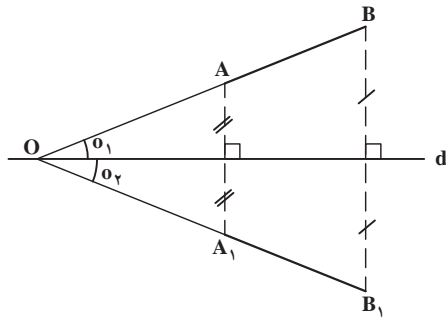
شکل ۲-۲

تقارن در پدیده‌های طبیعی در مقیاس‌های خرد و کلان، بسیار دیده می‌شود. انسان نیز که آموزه‌های اصلی و مهم خود را از طبیعت و به عبارت دقیق‌تر از خداوند، خالق حکیم عالم می‌گیرد در مصنوعات ساخت خود از تقارن بهره زیادی برده است. تقارن یکی از آسان‌ترین راه‌ها برای ایجاد ایستایی در احجام است همچنان که یکی از راه‌های ساده ایجاد تعادل بصری در شکل و فرم است. از آن‌رو در عرصه هنر از جمله در معماری بسیار دیده می‌شود.



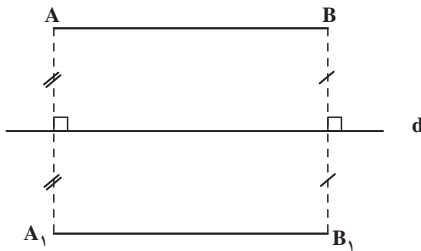
شکل ۲-۳

هر خط غیر موازی با محور تقارن، و قرینه آن، با آن محور هم‌رسند و با محور تقارن زاویه‌های مساوی ایجاد می‌کنند. در شکل ۲-۶  $\overline{A_1B_1}$  قرینه  $\overline{AB}$  نسبت به محور تقارن  $d$  است. اگر این دو خط را امتداد دهیم، در نقطه  $O$  واقع بر محور تقارن، هم‌رسند و  $\angle O_1 = \angle O_2$  است.



شکل ۲-۶

هر خط موازی با محور تقارن، و قرینه آن، با آن محور موازی هستند و فاصله آن دو، تا محور، برابر است. در شکل ۲-۷ خط  $A_1B_1$  قرینه محوری خط  $AB$  است. چون  $AB$  موازی محور  $d$  است، بنابراین خط  $A_1B_1$  هم، موازی آن محور است و فاصله هر دو خط تا محور یکسان است.



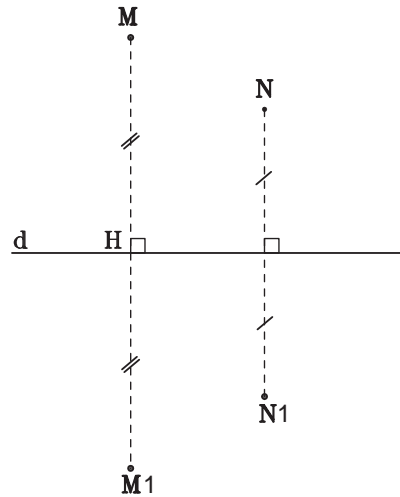
شکل ۲-۷

قرینه محوری هر شکل هندسی با خود شکل برابر است در شکل ۲-۸ قرینه محوری هر شکل نسبت به محور  $d$  رسم شده است. بنابراین  $\triangle ABC = \triangle A_1B_1C_1$  و  $\angle O = \angle O_1$  است.

درک مفهوم تقارن برای کسی که با طراحی و ترسیم نقشه‌های معماری سروکار دارد لازم و مهم است. حال به قضایایی مربوط به تقارن توجه کنید :

## تقارن محوری

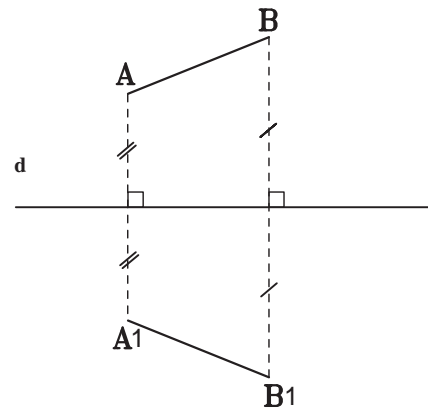
خط  $d$  و نقطه  $M$  از یک صفحه در شکل ۲-۴ مفروض است. اگر از نقطه  $M$  عمود  $MH$  را به خط  $d$  رسم کنیم و به اندازه خودش  $(MH = M_1H)$  امتداد دهیم تا نقطه  $M_1$  به دست آید، نقطه را قرینه محوری نقطه  $M$  نسبت به محور  $d$  می‌نامند. این تقارن را تقارن محوری و خط  $d$  را محور تقارن می‌نامند.



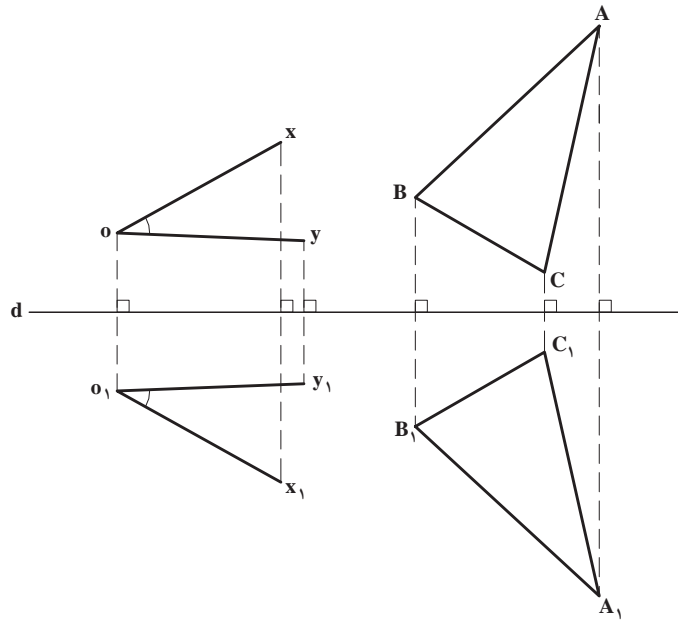
شکل ۲-۴

تحقیق کنید  $N_1$  قرینه محوری نقطه  $N$  هست یا خیر؟

قرینه محوری هر پاره خط، با آن پاره خط برابر است. در شکل ۲-۵  $\overline{A_1B_1}$  قرینه  $\overline{AB}$  نسبت به محور تقارن  $d$  است. بنابراین  $\overline{AB} = \overline{A_1B_1}$  است.

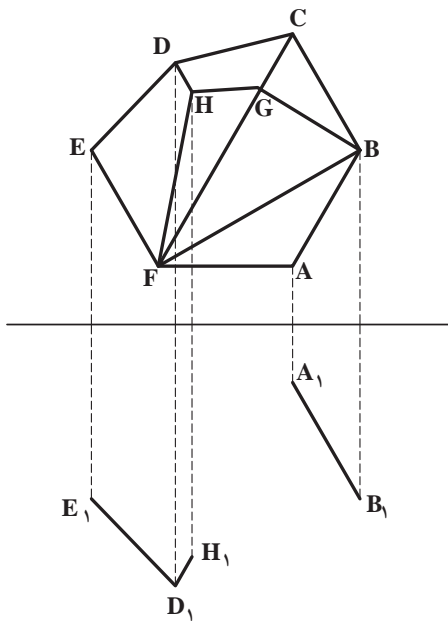


شکل ۲-۵

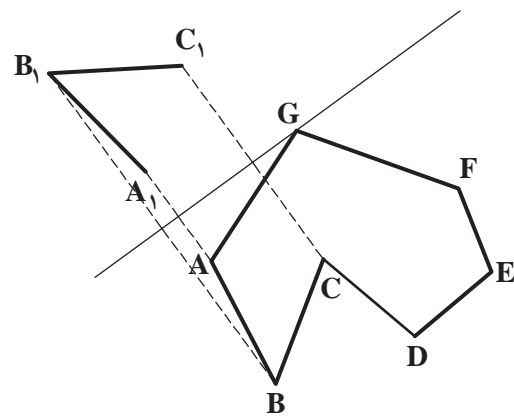


شکل ۲-۸

تمرین : قرینه شکل‌های زیر را نسبت به محور تقارن مشخص شده ترسیم کنید.



شکل ۲-۱۰

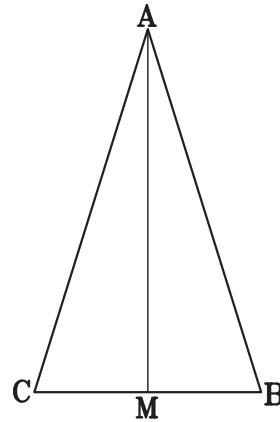


شکل ۲-۹



## محور تقارن یک شکل هندسی

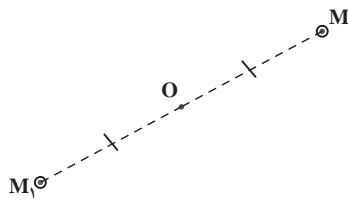
اگر خطی یک شکل هندسی را طوری به دو نیم تقسیم کند که هر نیمه شکل، قرینه محوری نیمه دیگر آن شکل نسبت به آن خط باشد، آن خط را محور تقارن آن شکل می‌نامند. در شکل ۲-۱۱،  $\overline{AM}$  میانه وارد بر قاعده مثلث متساوی‌الساقین  $\triangle ABC$  که نیمساز، ارتفاع و عمودمنصف هم هست، محور تقارن آن مثلث است. زیرا دو نیمه آن مثلث نسبت به  $\overline{AM}$  قرینه محوری هستند.



شکل ۲-۱۱

## تقارن مرکزی

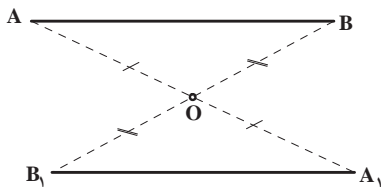
اگر از نقطه  $M$  به نقطه  $O$  وصل کنیم و به اندازه خودش  $(MO)$  امتداد دهیم تا نقطه  $M_1$  به دست آید، در این صورت نقطه  $M_1$  را قرینه مرکزی نقطه  $M$  نسبت به مرکز تقارن  $O$  می‌نامیم. بنابراین نقطه  $M$  هم، قرینه مرکزی نقطه  $M_1$  نسبت به مرکز تقارن  $O$  است (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۳

دانستید که اگر یک نقطه را به مرکز تقارن وصل کرده و به اندازه خودش امتداد دهیم قرینه نقطه به دست می‌آید. هر شکلی از تعدادی نقطه تشکیل شده است. بنابراین اگر این عمل را در مورد هر نقطه یک شکل تکرار کنیم قرینه شکل نسبت به مرکز تقارن حاصل می‌شود.

قرینه مرکزی هر پاره‌خط، پاره‌خطی است مساوی و موازی با آن پاره‌خط. در شکل ۲-۱۴  $\overline{A_1B_1}$  قرینه  $\overline{AB}$  نسبت به مرکز تقارن  $O$  است که با هم مساوی و موازی هستند.



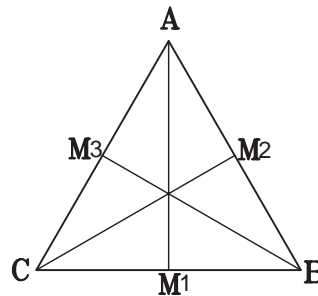
شکل ۲-۱۴

تمرین: قرینه شکل ۲-۱۵ را نسبت به مرکز تقارن  $O$  ترسیم کنید. به شکل قرینه توجه کنید، آیا به نظر نمی‌رسد که با شکل اول مساوی باشد؟

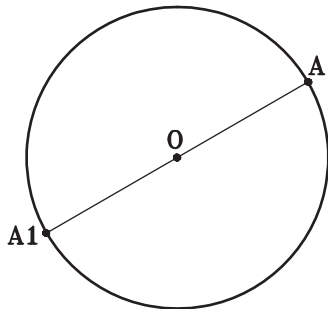
## تمرین

۱- یک مثلث متساوی‌الاضلاع و یک محور تقارن آن را رسم کنید. آیا آن چه رسم کرده‌اید تنها محور تقارن آن است؟ می‌بینید که مثلث متساوی‌الاضلاع سه محور تقارن دارد. پس شکل‌هایی هست که بیش از یک محور تقارن دارد.  
۲- یک دایره رسم کنید و محور تقارن آن را ترسیم کنید. دایره چند محور تقارن دارد؟

هر قطر دایره یک محور تقارن آن است. دایره بی‌نهایت قطر دارد، بنابراین دایره تنها شکلی است که بی‌نهایت محور تقارن دارد.



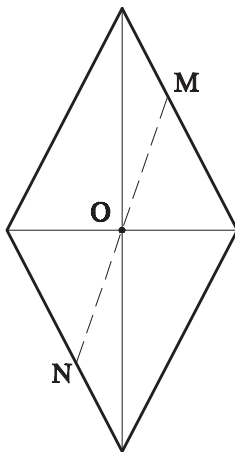
شکل ۲-۱۲



شکل ۲-۱۷

شکل ۲-۱۸ یک لوزی است که اقطار آن ترسیم شده است. مشاهده می‌کنید که اقطار لوزی محورهای تقارن آن نیز هستند. حال نقطه M را روی یکی از اضلاع آن انتخاب کنید و از آن به مرکز لوزی وصل نمایید، آن را ادامه دهید تا ضلع روبه‌روی آن را در N قطع کند. دو پاره‌خط OM و ON را اندازه بگیرید آیا باهم مساویند؟

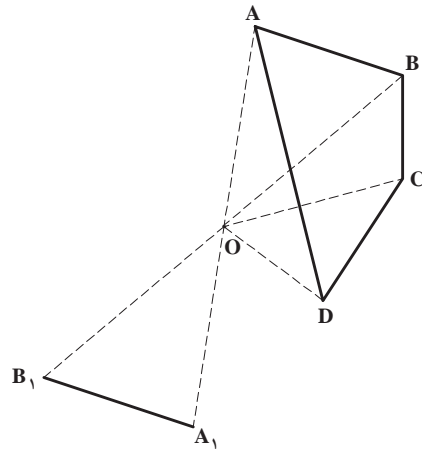
نقطه دیگری را امتحان کنید آیا به همین نتیجه می‌رسید؟ بنابراین محل تقاطع اقطار لوزی مرکز تقارن آن هم هست.



شکل ۲-۱۸

به قضیه زیر توجه کنید :

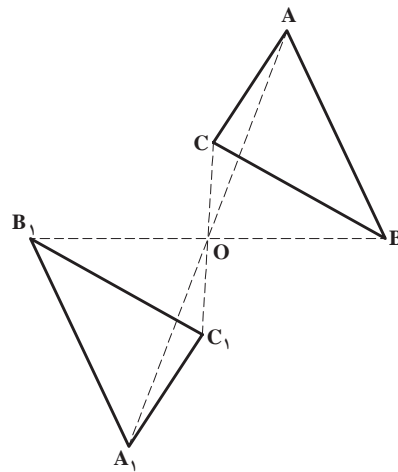
هر شکل هندسی که حداقل دارای دو محور تقارن عمودبرهم باشد، دارای مرکز تقارن است و محل برخورد آن دو محور، مرکز تقارن آن شکل هندسی است. در شکل ۲-۱۹ دایره دارای بی‌نهایت دو محور عمودبرهم است که محل برخورد آنها (مرکز دایره) مرکز تقارن آن دایره است.



شکل ۲-۱۵

به قضیه زیر توجه کنید :

قرینه مرکزی هر شکل هندسی، با خود آن شکل هندسی برابر است. در شکل ۲-۱۶ قرینه مرکزی مثلث  $\Delta ABC$  نسبت به مرکز تقارن O، مثلث  $\Delta A_1B_1C_1$  است و  $\Delta A_1B_1C_1 = \Delta ABC$  است.

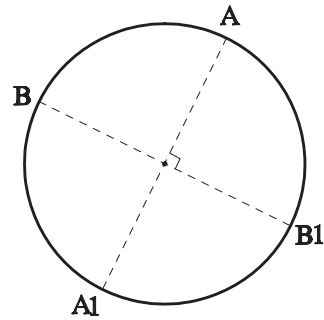


شکل ۲-۱۶

### مرکز تقارن یک شکل هندسی

اگر قرینه هر نقطه از یک شکل هندسی نسبت به نقطه O در صفحه شکل، نقطه‌ای از خود شکل باشد. نقطه O را مرکز تقارن آن شکل هندسی می‌نامند. در شکل ۲-۱۷ نقطه O مرکز دایره، مرکز تقارن دایره است. زیرا قرینه هر نقطه از دایره نسبت به نقطه O، واقع بر دایره است.

از تقارن مرکزی هم مشابه تقارن محوری در معماری استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۰).



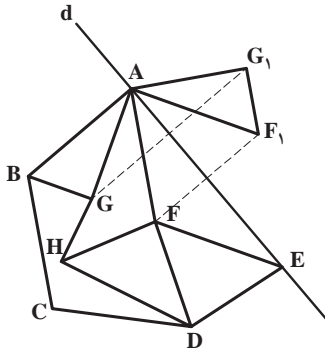
شکل ۲-۱۹



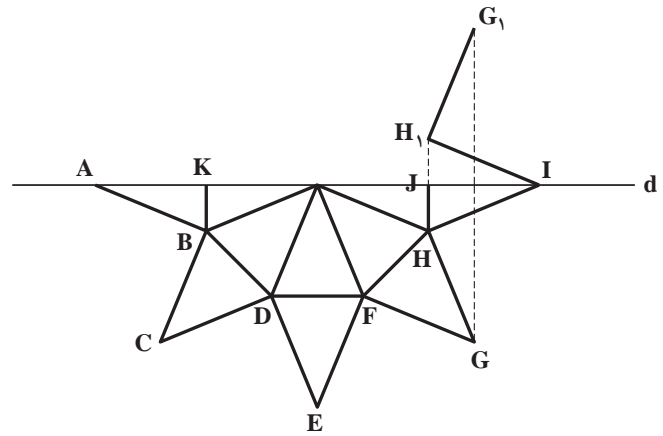
شکل ۲-۲۰

## تمرین منزل

۱- قرینه هریک از شکل‌های ۲-۲۱ و ۲-۲۲ را نسبت به محور تقارن مشخص شده  $d$  تکمیل کنید.

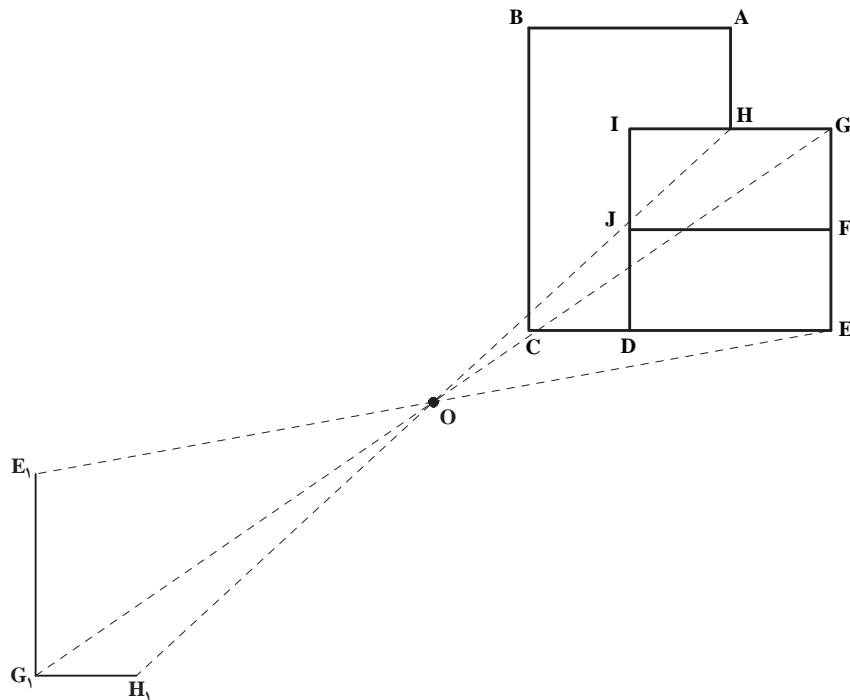


شکل ۲-۲۲

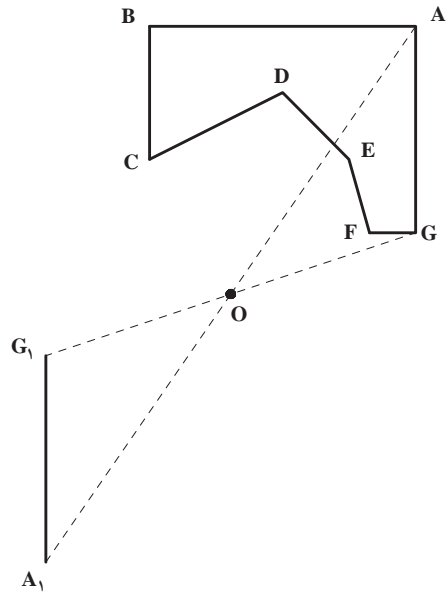


شکل ۲-۲۱

۲- قرینه هریک از شکل‌های ۲-۲۳ و ۲-۲۴ را نسبت به مرکز تقارن داده شده (O) تکمیل کنید.

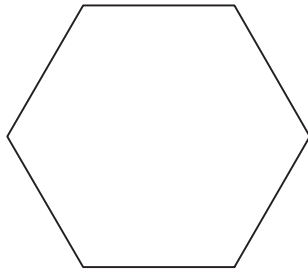


شکل ۲-۲۳

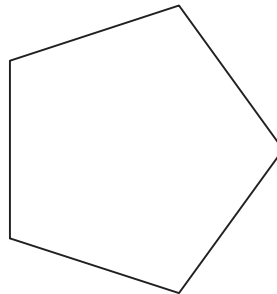


شکل ۲-۲۴

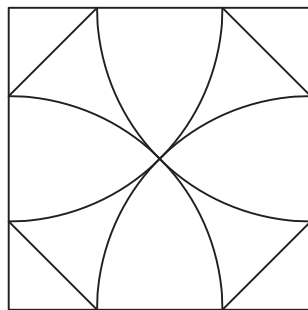
۳- در هریک از شکل‌های زیر مرکز یا محور تقارن آن را مشخص کنید. در صورت متعدد بودن محورهای تقارن همه را مشخص کنید.



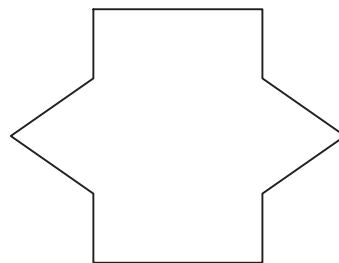
الف



ب



ج



د

شکل ۲-۲۵

## چندضلعی‌ها

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

- ۱- چندضلعی‌های منتظم را ترسیم کند.
- ۲- با استفاده از خواص و ویژگی‌های انواع چهارضلعی، آنها را ترسیم کند.
- ۳- با استفاده از مفهوم تشابه، شرایط تشابه دو شکل را بیان کند.

تمرین: یک هفت‌ضلعی محدب و یک نه‌ضلعی مقعر رسم کنید که یک ضلع مشترک داشته باشند.

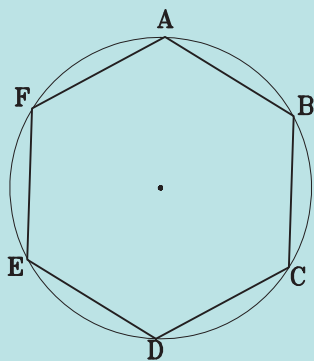
## چندضلعی‌ها

### یادآوری

### چندضلعی‌های منتظم

#### یادآوری

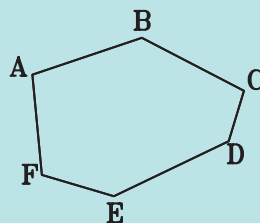
هر چندضلعی که اندازه‌های اضلاع آن با هم برابر باشند و آن چندضلعی در یک دایره محاط باشد، یک چندضلعی منتظم است. چندضلعی را وقتی در دایره محاط گویند که تمام رئوس آن بر یک دایره واقع باشند. بنابراین چندضلعی‌های منتظم محدب هستند. تمام زوایای چندضلعی منتظم زوایای محاطی و با هم برابر هستند. در شکل ۳-۳ چندضلعی  $ABCDEF$  یک شش‌ضلعی منتظم است. زیرا در یک دایره محاط و اضلاع آن با هم مساوی هستند.



شکل ۳-۳

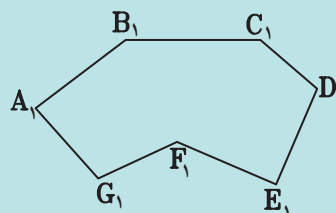
### تعریف چندضلعی

هر خط شکسته بسته را چندضلعی می‌نامند. مثلث یک چندضلعی (سه‌ضلعی) است. اگر یکی از زوایای داخلی چندضلعی بزرگ‌تر از  $180^\circ$  درجه باشد، چندضلعی را مقعر و در غیر این صورت چندضلعی را محدب می‌نامند (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱

در شکل ۳-۱  $ABCDEF$  یک چندضلعی محدب است. زیرا در این چندضلعی زاویه بزرگ‌تر از نیم‌صفحه وجود ندارد. در شکل ۳-۲  $A_1B_1C_1D_1E_1F_1$  یک چندضلعی مقعر است، زیرا در آن یک زاویه بزرگ‌تر از نیم‌صفحه وجود دارد (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲

آیا می‌توان گفت چندضلعی‌های منتظم با تعداد اضلاع فرد به تعداد اضلاع محور تقارن دارند. آیا این نوع چندضلعی‌ها مرکز تقارن دارند؟ چرا؟

### ترسیم چندضلعی‌های منتظم

در ترسیم چندضلعی‌ها معمولاً دو حالت کلی پیش می‌آید.

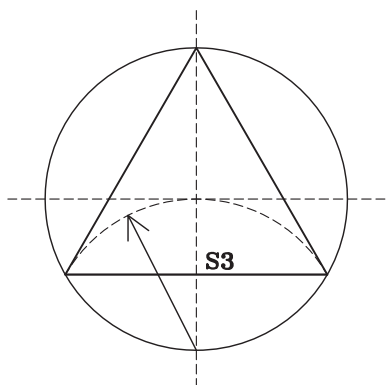
اول آنکه می‌خواهیم در دایره‌ای به شعاع معلوم یک چندضلعی را محاط کنیم.

دوم آنکه می‌خواهیم یک چندضلعی به طول ضلع مشخص ترسیم کنیم.

در ادامه ابتدا روش ترسیم چندضلعی‌ها در دایره محاطی توضیح داده می‌شود که می‌تواند مبنای ترسیم چندضلعی با طول ضلع معلوم هم باشد. بعد در مورد بعضی از آنها روش ترسیم بدون استفاده از دایره محیطی ارائه می‌شود.

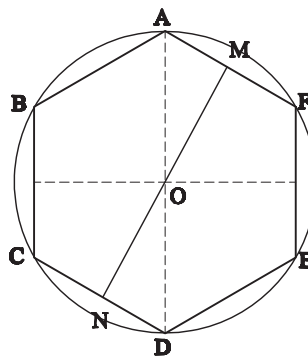
#### ۱- ترسیم سه‌ضلعی منتظم

**الف) محاط در دایره:** سه‌ضلعی منتظم همان مثلث متساوی‌الاضلاع است. اگر اقطار عمود بر هم دایره را ترسیم کنیم و از تقاطع یکی از قطر‌ها با محیط دایره قوسی به شعاع دایره بزنیم، دایره را در دو نقطه قطع می‌کند که دو رأس سه‌ضلعی است. رأس دیگر آن انتهای قطر ذکر شده است (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶

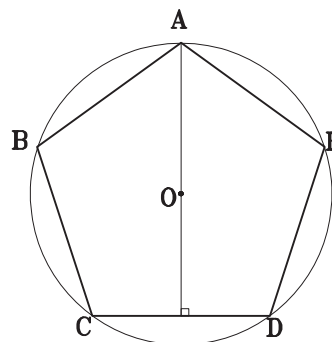
در شکل ۳-۴ یک شش‌ضلعی منتظم می‌بینید. محورهای تقارن آن را ترسیم کنید. شش‌ضلعی منتظم چند محور تقارن دارد؟ آیا محورهای تقارن آن دو به دو بر هم عمودند؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ آیا نقطه  $O$  مرکز تقارن شش‌ضلعی منتظم هست؟



شکل ۳-۴

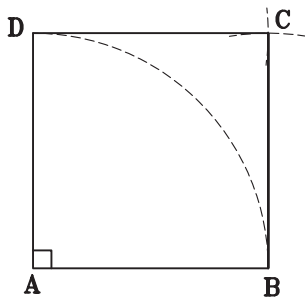
**امتحان کنید:** نقطه‌ای مانند  $M$  را روی یکی از اضلاع در نظر بگیرید. از نقطه  $O$  به  $M$  وصل کرده امتداد دهید تا ضلع مقابل را در  $N$  قطع کند.  $OM$  و  $ON$  را اندازه بگیرید مشاهده می‌کنید که با هم برابرند یعنی نقطه  $O$  مرکز تقارن شش‌ضلعی منتظم است. چندضلعی‌های منتظم با تعداد اضلاع زوج به تعداد اضلاع، محور تقارن دارند. همچنین دارای مرکز تقارنند.

**شکل ۳-۵:** پنج‌ضلعی منتظم است. محورهای تقارن آن را ترسیم کنید. پنج‌ضلعی منتظم چند محور تقارن دارد؟ تحقیق کنید که محورهای تقارن پنج‌ضلعی نیمساز زاویه یک رأس و عمود منصف ضلع مقابل آن هستند.



شکل ۳-۵

رأس چهارم را تعیین کرده و مربع با ضلع معلوم را شکل می دهد (شکل ۳-۹).

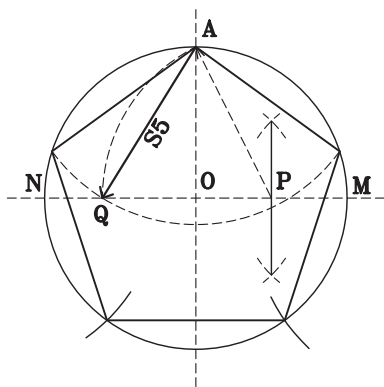


شکل ۳-۹

### ۳- ترسیم پنج ضلعی منتظم\*

الف) محاط در دایره: برای رسم پنج ضلعی منتظم در دایره معلوم مراحل زیر را انجام می دهیم:

- ۱- دو قطر عمود بر هم دایره را رسم می کنیم.
- ۲- عمود منصف شعاع OM را رسم می کنیم.
- ۳- به مرکز P و شعاع AP قوسی می زنیم تا ON را در نقطه Q قطع کند. طول AQ ضلع پنج ضلعی است (شکل ۳-۱۰).



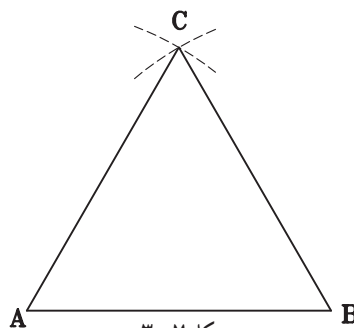
شکل ۳-۱۰

تمرین: یک پنج ضلعی منتظم رسم کنید که در دایره ای به شعاع ۳ سانتی متر محاط باشد.

ب) با ضلع معلوم: برای ترسیم پنج ضلعی منتظم به طول ضلع معلوم به ترتیب زیر عمل می کنیم:

۱- خط AB را به طول ضلع معلوم رسم می کنیم.

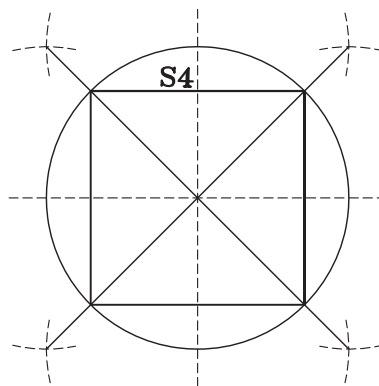
ب) با ضلع معلوم: ترسیم سه ضلعی با یک ضلع معلوم در واقع ترسیم یک مثلث متساوی الاضلاع با ضلع معلوم است (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۷

### ۲- ترسیم چهار ضلعی منتظم

الف) محاط در دایره: چهار ضلعی منتظم یا همان مربع نیز شکل شناخته شده ای است. برای ترسیم آن در دایره دو قطر عمود بر هم را رسم کرده، چهار زاویه  $90^\circ$  درجه تشکیل می شود. با ترسیم نیمسازهای آنها که دایره را در چهار نقطه قطع می کنند، چهار رأس چهارضلعی منتظم مشخص می شود (شکل ۳-۸).



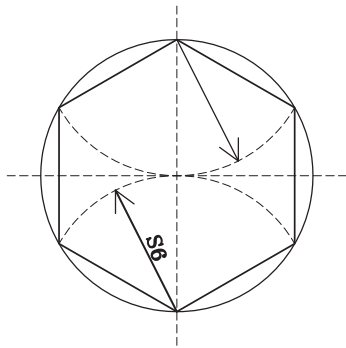
شکل ۳-۸

ب) با ضلع معلوم: ترسیم مربع با ضلع معلوم نیز بسیار ساده است.

رسم دو خط عمود بر هم، جدا کردن طول معلوم روی دو خط، رسم دو قوس به شعاع ضلع معلوم از نقاط مشخص شده

\* در کتاب هندسه ایرانی اثر ابوالوفا بوزجانی بیش از شش روش برای ترسیم پنج ضلعی منتظم با ضلع معلوم ارائه شده است که همه کم و بیش اندکی خطا دارد. روش فوق شاید تنها روش علمی و استدلالی است که دقت صد در صد دارد.



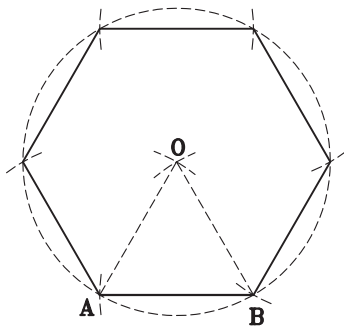


شکل ۱۲-۳

(ب) با ضلع معلوم : برای ترسیم شش ضلعی منتظم به طول

ضلع به ترتیب زیر عمل می کنیم :

- ۱- مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع AB رسم می کنیم.
- ۲- رأس O را مرکز دایره ای به شعاع OA قرار می دهیم و دایره محیطی شش ضلعی را رسم می کنیم.
- ۳- به مرکز هر یک از رئوس و شعاع دایره یا متوالیاً قوس هایی می زنیم تا رأس های شش ضلعی مشخص شود (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۳-۳

- تمرین : یک شش ضلعی منتظم به ضلع  $\frac{3}{8}$  سانتی متر رسم کنید. عمود منصف اضلاع آن را بکشید. آنها را ادامه داده تا دایره را قطع کنند از محل تقاطع عمود منصف ها با دایره به رئوس مجاور شش ضلعی وصل کنید. شکل حاصل چه شکلی است؟
- ۵- ترسیم هشت ضلعی، ده ضلعی و دوازده ضلعی و ... همچنان که در شکل ها می بینید با ترسیم عمود منصف اضلاع چهار، پنج و شش ضلعی می توان چند ضلعی با اضلاع دو برابر چند ضلعی های فوق ترسیم کرد.

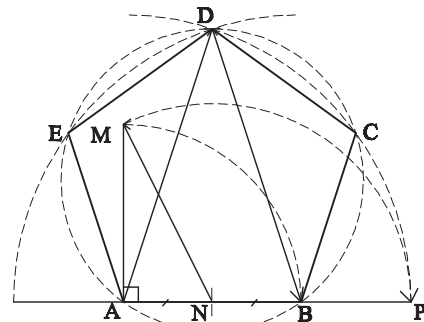
۲- از نقطه A عمودی بر خط AB اخراج می کنیم و به اندازه طول AB روی آن جدا می کنیم تا نقطه M به دست آید.

۳- به مرکز N وسط AB و به شعاع MN قوسی رسم می کنیم تا خط AB را در P قطع کند.

۴- قطر پنج ضلعی است اگر به مرکز A و B و به شعاع AP دو قوس بزینم که یک دیگر را در D قطع کنند یک رأس دیگر پنج ضلعی تعیین شده است.

۵- ترسیم دایره ای که از سه نقطه A و B و D بگذرد دایره محیطی پنج ضلعی را مشخص می کند.

۶- مشخص نمودن دو رأس دیگر هم که کار بسیار ساده ای است (شکل ۱۱-۳).



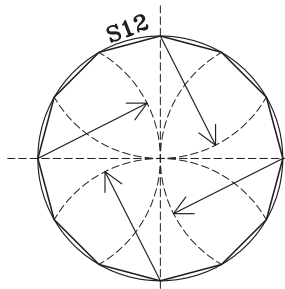
شکل ۱۱-۳

تمرین : دو پنج ضلعی متحد المرکز رسم کنید که ضلع یکی  $\frac{2}{5}$  سانتی متر و ضلع دیگری  $\frac{3}{2}$  سانتی متر باشد.

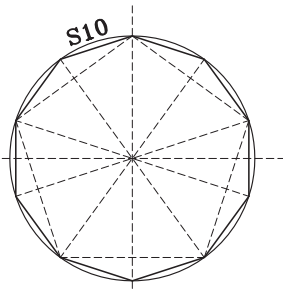
#### ۴- ترسیم شش ضلعی منتظم

الف) محاط در دایره : برای ترسیم شش ضلعی منتظم محاط در یک دایره به ترتیب مراحل زیر را انجام می دهیم :

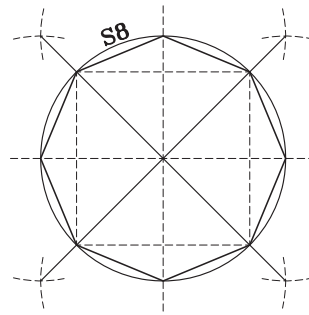
- ۱- دو قطر عمود بر هم دایره را رسم می کنیم.
- ۲- به مراکز دو سر یکی از اقطار قوس هایی به شعاع دایره می زنیم.
- ۳- چهار نقطه دیگر روی دایره مشخص می شود که چهار رأس دیگر شش ضلعی منتظم است (شکل ۱۲-۳).



شکل ۳-۱۶



شکل ۳-۱۵



شکل ۳-۱۴

### ۶- ترسیم $n$ ضلعی منتظم :

الف) محاط در دایره : برای ترسیم چندضلعی‌هایی با تعداد اضلاع فرد یک روش کلی وجود دارد که مبنای آن تقسیم زاویه به  $n$  قسمت مساوی است.

دو قطر عمود بر هم دایره را رسم می‌کنیم.

قطر  $AB$  را به تعداد اضلاع چندضلعی مورد نظر مثلاً ۱۱

قسمت تقسیم می‌کنیم.

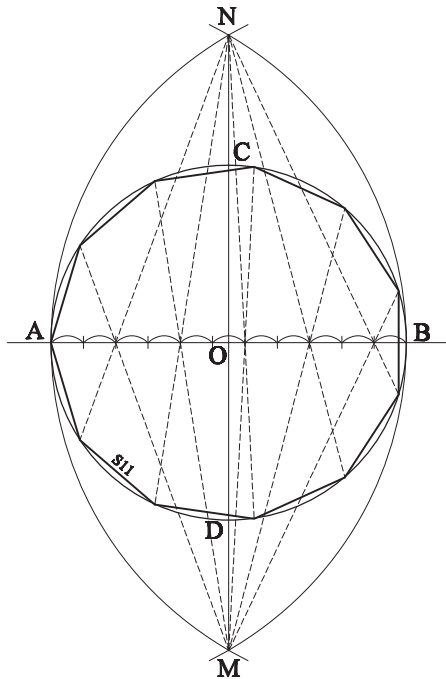
به مراکز  $A$  و  $B$  و شعاع  $AB$  دو قوس می‌زنیم که قطر  $CD$

را در  $M$  و  $N$  قطع می‌کند.

از  $M$  و  $N$  دو در میان به تقسیمات قطر  $AB$  وصل می‌کنیم.

دایره به  $n$  قسمت (در این شکل یازده قسمت) تقسیم شده است

(شکل ۳-۱۷).



شکل ۳-۱۷

ب) با ضلع معلوم : به جز سه، چهار، پنج و شش ضلعی

روش علمی برای ترسیم مستقل چندضلعی‌های دیگر وجود ندارد.

اما از طریق ساده‌ای همه چندضلعی‌های محاط در دایره را می‌توان

تبدیل به چندضلعی با طول ضلع دلخواه کرد با طی مراحل زیر

به نحوی که در شکل ۳-۱۸ می‌بینید.

ابتدا چندضلعی (در این جا هفت ضلعی) محاط در یک

دایره با شعاع دلخواه را ترسیم می‌کنیم.

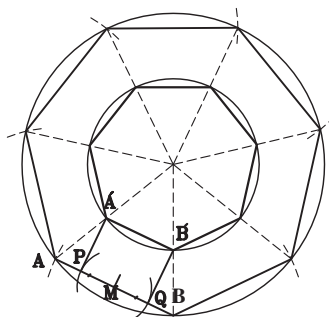
نقطه وسط یکی از اضلاع آن را پیدا کرده، اندازه نصف

طول ضلع مورد نظر را از دو طرف مشخص می‌کنیم (نقاط  $P$  و

$Q$ ). طول  $PQ$  اندازه هفت ضلعی مورد نظر است.

از نقاط  $P$  و  $Q$  عمودهایی بر ضلع  $AB$  خارج می‌کنیم تا

دو قطر هفت ضلعی را در نقاط  $A$  و  $B$  قطع کند.  $AB$  یک ضلع



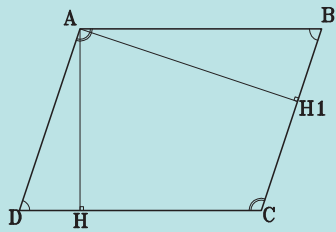
شکل ۳-۱۸

هفت ضلعی مطلوب است. با ترسیم دایره محیطی آن هفت ضلعی

را ترسیم می‌کنیم. این روش ترسیم برای تمام چندضلعی‌ها قابل

انجام است.

۱- واضح است این روش تقسیم نیز دارای خطای جزئی است که در عمل به چشم نمی‌آید.



شکل ۱۹-۳

تمرین: متوازی الاضلاعی رسم کنید که فاصله دو ضلع موازی آن ۳۳ میلی‌متر، یکی از اضلاع آن ۴۱ میلی‌متر و ضلع دیگر آن به اختیار شما باشد. کوچک‌ترین متوازی الاضلاعی که می‌توانید رسم کنید کدام است. آن را هم رسم کنید.

تمرین: دو قطر متوازی الاضلاعی یکی ۵ سانتی‌متر و دیگری ۳ سانتی‌متر و زاویه بین آنها  $60^\circ$  درجه است. آن را با دقت رسم کنید.

تمرین: یک پانزده ضلعی منتظم رسم کنید که قطر دایره محیطی آن ۶ سانتی‌متر باشد. هم مرکز با آن یک پنج ضلعی منتظم که قطر دایره محیطی اش ۳ سانتی‌متر و یک ده ضلعی منتظم که قطر دایره محیطی اش ۴ سانتی‌متر باشد، رسم کنید.

۱- در دایره‌هایی به شعاع  $\frac{3}{5}$  سانتی‌متر (جداگانه) یک چهارضلعی، یک پنج ضلعی و یک هفت ضلعی محاط کنید.

۲- در یک دایره به قطر  $10^\circ$  سانتی‌متر یک ستاره ۱۲ پر ترسیم کنید.

۳- نه ضلعی به طول ضلع ۳ سانتی‌متر ترسیم کنید.

۴- در یک دایره به قطر ۸ سانتی‌متر یک ۱۳ ضلعی محاط کنید.

خطوط کمکی را بسیار نازک و خطوط اصلی یعنی چندضلعی‌ها را ضخیم و پررنگ ترسیم کنید.

## چهارضلعی‌ها

## لوزی

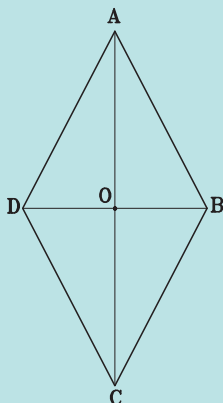
### یادآوری

در میان چندضلعی‌ها به جز مثلث که به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردش جایگاه خاصی در میان اشکال هندسی دارد، چهارضلعی‌ها نیز با توجه به محدود بودن تعداد اضلاع دسته‌بندی شده و انواع مختلف آن تعریف و نام‌گذاری شده است.

### یادآوری

لوزی، متوازی الاضلاعی است که چهار ضلع آن با هم برابر است. بنابراین لوزی کلیه ویژگی‌های متوازی الاضلاع را دارد. در شکل ۲۰-۳ متوازی الاضلاع ABCD که  $AB=BC=CD=DA$  است، یک لوزی است.

در هر لوزی قطرهای بر هم عمودند و نیمساز زاویه‌های داخلی هستند و هر قطر، محور تقارن لوزی است. در شکل دو قطر AC و BD بر هم عمودند، نیمساز داخلی هر کدام محور تقارن لوزی هستند. بنابراین لوزی دارای دو محور تقارن است.



شکل ۲۰-۳

انواع چهار ضلعی‌ها: چهار ضلعی‌های تعریف شده عبارتند از:

متوازی الاضلاع، لوزی، مستطیل، مربع و دوزنقه

## متوازی الاضلاع

### یادآوری

متوازی الاضلاع، چهارضلعی‌ای است که هر دو ضلع مقابل آن موازی باشند. در شکل ۱۹-۳ چهارضلعی ABCD که هر دو ضلع مقابل با هم موازیند، متوازی الاضلاع است. در متوازی الاضلاع، فاصله هر دو ضلع مقابل به هم را ارتفاع می‌نامند.

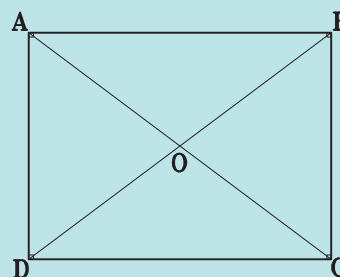
## تمرین

- ۱- لوزی رسم کنید که قطر بزرگ آن ۷ سانتی‌متر و ضلع آن ۴ سانتی‌متر باشد.
- ۲- محیط یک لوزی ۱۲ سانتی‌متر و یک قطر آن ۲۱ میلی‌متر است لوزی را رسم کنید.

## مستطیل

### یادآوری

مستطیل، متوازی‌الاضلاع است که یک زاویه آن قائمه است. بنابراین مستطیل کلیه ویژگی‌های متوازی‌الاضلاع را دارد (شکل ۳-۲۱).



شکل ۳-۲۱

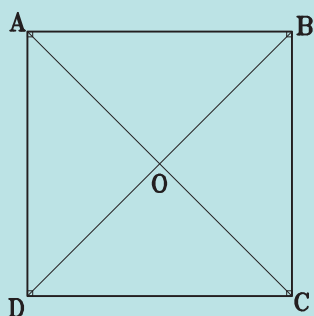
تمرین: در مستطیل ABCD از وسط یک طول مستطیل به وسط طول دیگر وصل کنید. آیا مستطیل به دو شکل مساوی تقسیم شده است؟ همین عمل را در عرض مستطیل انجام دهید. باز هم مستطیل به دو شکل مساوی تقسیم شده است؟ از این تساوی‌ها چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟  
مستطیل دو محور تقارن دارد. آیا دو محور بر هم عمودند؟  
آیا نقطه O مرکز تقارن مستطیل است؟

## مربع

### یادآوری

مربع، مستطیلی است که چهار ضلع آن با هم مساوی باشد و یا می‌توان گفت، مربع، لوزی است که یک زاویه آن قائمه باشد. بنابراین مربع کلیه ویژگی‌های متوازی‌الاضلاع، مستطیل و لوزی

را دارد. در شکل ۳-۲۲ چهارضلعی ABCD مربع است.



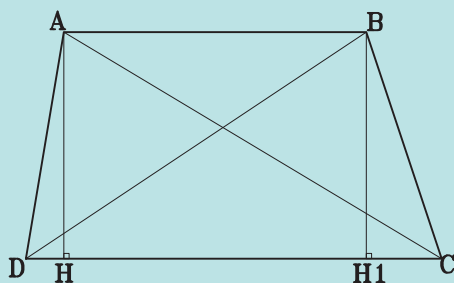
شکل ۳-۲۲

تمرین: یک مربع به ضلع ۷۵ میلی‌متر رسم کنید. یکی از اقطار آن را به هفت قسمت مساوی تقسیم کنید و از نقاط تقسیم خطوطی به موازات اضلاع مربع ترسیم کنید.

## دوزنقه

### یادآوری

هر چهارضلعی که فقط دو ضلع آن با هم موازی باشند، دوزنقه نامیده می‌شود. در شکل ۳-۲۳،  $AB \parallel CD$  است. بنابراین چهارضلعی ABCD یک دوزنقه است. دو ضلع موازی با هم یعنی AB و CD را قاعده‌ها، و دو ضلع غیرموازی یعنی AD و BC را ساق‌ها و AH و یا BH<sub>1</sub> ارتفاع دوزنقه می‌نامند. اگر دو ساق دوزنقه با هم مساوی باشند دوزنقه را متساوی‌الساقین می‌نامند. مانند شکل ۳-۲۴، اگر یکی از ساق‌ها بر دو قاعده عمود باشد دوزنقه را قائم‌الزاویه می‌نامند. مانند شکل ۳-۲۵.



شکل ۳-۲۳

دایره‌ای به شعاع ۲۷ میلی‌متر رسم کنید. چهار نقطه به روی دایره انتخاب کرده و از آنها مماس‌هایی بر دایره رسم کنید. مماس‌ها را امتداد داده تا دو به دو یک دیگر را قطع کنند. می‌بینید که چهارضلعی به وجود آمده یک چهارضلعی محیطی است. با تغییر جای نقطه‌ها در این دایره بی‌نهایت چهارضلعی محیطی می‌توان ترسیم کرد.

سؤال: از چهارضلعی‌های تعریف شده کدام یک چهارضلعی محیطی است؟

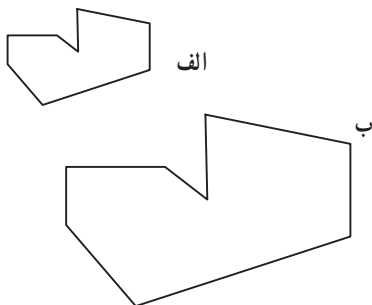
آیا مستطیل و متوازی‌الاضلاع می‌توانند چهارضلعی محیطی باشند؟

مربع، لوزی و دوزنقه چطور؟

دوایری به شعاع ۲ سانتی‌متر رسم کنید و در صورت امکان هریک از شکل‌های فوق را در آنها محاط کنید.

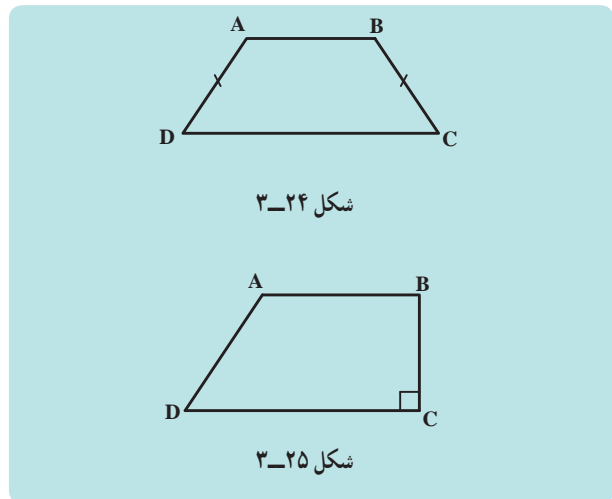
### تشابه در چندضلعی‌ها

به دو شکل ۳-۲۷ الف و ۳-۲۷ ب توجه کنید. آیا این دو شکل مشابه یکدیگرند؟ آیا می‌توانید اضلاع هریک را اندازه بگیرید و با هم مقایسه کنید؟ چه ویژگی این دو شکل را مشابه یکدیگر کرده است؟



شکل ۳-۲۹

آیا زاویه‌های متناظر آنها با هم برابرند؟ آیا اضلاع متناظر شکل بزرگتر دو برابر اضلاع شکل کوچکتر نیست؟ پس آیا می‌توان گفت دو شکل مشابه نسبت به هم سه ویژگی



### تمرین

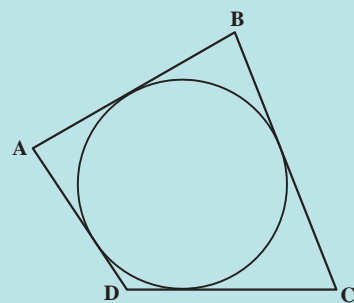
۱- ارتفاع دوزنقه متساوی‌الساقینی ۲۸ میلی‌متر و ساق آن ۳۵ میلی‌متر و قاعده بزرگ آن ۴۸ میلی‌متر است. دوزنقه را ترسیم کنید.

۲- دوزنقه قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که ارتفاع آن ۳ سانتی‌متر، زاویه ساق آن با قاعده‌ها  $60^\circ$  درجه و خطی که وسط دو ساق را به هم وصل می‌کند  $5/5$  سانتی‌متر باشد.

### چهارضلعی‌های محیطی

#### یادآوری

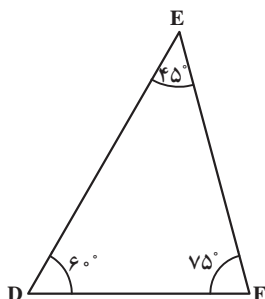
چهارضلعی، محیطی چهارضلعی است که اضلاع آن بر یک دایره مماس باشند. در شکل ۳-۲۳ چهارضلعی ABCD یک چهارضلعی محیطی است.



شکل ۳-۲۸

زیرا دارند؟

حال مثلثی رسم کنید که زوایایش مساوی زوایای مثلث DEF در شکل ۳-۲۹ باشد آیا دو مثلث با هم مشابه هستند؟



شکل ۳-۲۹

می‌توانید اضلاع هر دو را اندازه بگیرید و تناسب بین اضلاع آنها را پیدا کنید.

با توجه به این که مجموع زوایای مثلث  $180^\circ$  درجه است. اگر دو زاویه از دو مثلث برابر باشند، زاویه سوم آنها هم برابر است در نتیجه:

اگر دو زاویه از مثلثی با دو زاویه از مثلث دیگر برابر باشند. آن دو مثلث متشابهند.

همچنین با توجه به شرایط تساوی دو مثلث می‌توان نتیجه گرفت که اگر در دو مثلث یک زاویه آنها مساوی باشد و دو ضلع مجاور به آن زاویه‌ها با هم متناسب باشد آن دو مثلث متشابه‌اند. امتحان کنیم:

زاویه A از مثلث ABC با زاویه D از مثلث DEF با هم برابر و  $30^\circ$  درجه‌اند اضلاع AB و AC به ترتیب ۶ و  $4/5$  اضلاع DE و DF به ترتیب ۲ و  $1/5$  است هر دو مثلث را ترسیم کنید و ببینید آیا متشابه‌اند یا نه.

تعداد اضلاع‌شان با هم مساوی است.

زاویه‌های متناظرشان با هم مساوی‌ند.

اضلاع متناظرشان با هم متناسب‌اند.

توجه کنید که دو شکل مساوی متشابه نیز هستند. نسبت

اضلاع دو شکل مساوی یک به یک است.

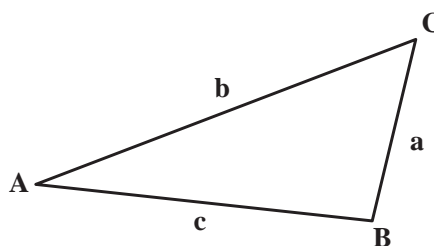
### تشابه مثلث‌ها

مثلث شکل ویژه‌ای است. از آن رو شرط تشابه دو مثلث با

تشابه دو چندضلعی اندکی متفاوت است.

اضلاع مثلث ABC را در شکل ۳-۲۸ اندازه بگیرید و

مثلثی رسم کنید که اضلاعش نصف اضلاع این مثلث باشد.



شکل ۳-۲۸

آیا مثلثی که رسم کرده‌اید با مثلث ABC مشابه هست؟ پس اگر اضلاع دو مثلث با هم متناسب باشند دو مثلث

متشابه‌اند. یعنی زوایای آنها هم با هم برابرند.

## دایره و بیضی

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

۱- قطر، وتر و کمان را در دایره مشخص نماید.

۲- انواع مماس بر دایره را ترسیم کند.

۳- انواع مماس‌ها را ترسیم کند.

۴- بیضی را ترسیم کند.

### دایره

اصلی‌ترین و مهم‌ترین شکل منحنی دایره است. دایره نیز هم‌چون مثلث شکل بسیار ویژه‌ای است. و همچنان که به‌عنوان نماد مهمی در مفاهیم فلسفی و عرفانی مطرح است در هندسه نیز جایگاه ویژه‌ای دارد و نقش مهمی در طرح‌ها و ایده‌های معماری و هنری ایفا می‌کند. از آن‌رو شناخت ویژگی‌های آن در کار نقشه‌کشی بسیار لازم و سودمند است.

### تعریف دایره

#### یادآوری

مجموعه تمام نقاط یک صفحه را که فاصله آنها از نقطه ثابتی مانند  $O$  در آن صفحه برابر با عدد ثابت  $R$  است دایره می‌نامند.

تمرین : تحقیق کنید از دو نقطه چند دایره می‌گذرد؟

می‌باید نقطه‌ای پیدا کنیم که از دو نقطه  $M$  و  $N$  به یک

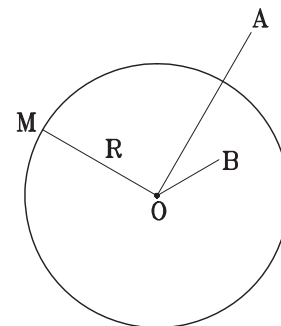
فاصله باشد. چند نقطه می‌توان یافت که از دو نقطه  $M$  و  $N$  به یک فاصله باشد.

آیا می‌توانیم از سه نقطه یک دایره بگذرانیم؟

در چه حالتی نمی‌توان از سه نقطه یک دایره گذراند؟

از چهار نقطه چه‌طور؟ امتحان کنید.

در چه حالتی می‌توان از چهار نقطه یک دایره گذراند؟

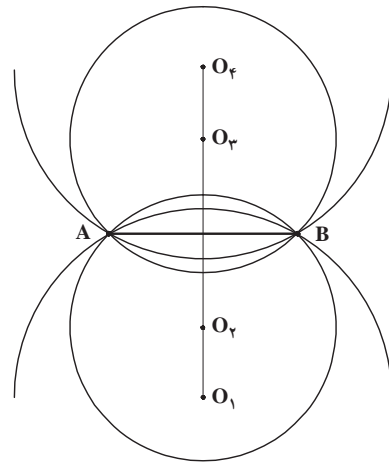


شکل ۴-۱

آیا دقیق ترسیم کرده‌اید. توجه دارید که این وترها برابر با شعاع دایره است؟

اگر دقیق رسم کرده باشید می‌بینید که در یک دایره دقیقاً شش وتر می‌توان رسم کرد که با اندازه شعاع دایره باشند و یکدیگر را قطع نکنند.

## قوس (کمان)

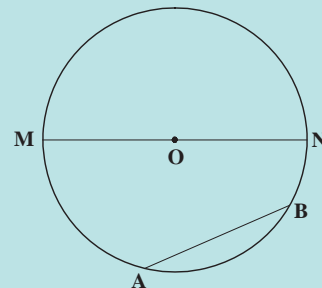


شکل ۲-۴

## وتر و قطر دایره

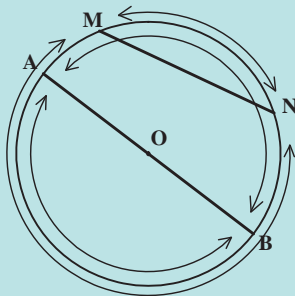
### یادآوری

هر پاره‌خطی که دو سر آن واقع بر یک دایره باشد، وتر نامیده می‌شود. هر وتری که از مرکز دایره بگذرد، قطر آن دایره نامیده می‌شود. بنابراین اندازه قطر هر دایره دو برابر اندازه شعاع آن است.



شکل ۳-۴

هر وتر، دایره را به دو قسمت تقسیم می‌کند که هر قسمت را یک قوس می‌نامند، قطر، دایره را به دو قوس مساوی تقسیم می‌کند که هر قوس یک نیم‌دایره نامیده می‌شود (شکل ۴-۴).

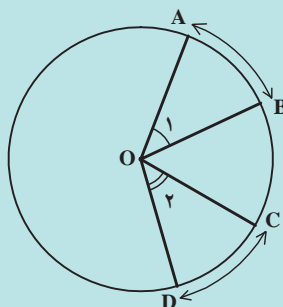


شکل ۴-۴

## زاویه مرکزی

### یادآوری

اگر رأس زاویه بر مرکز دایره واقع باشد، آن زاویه را مرکزی می‌نامند. در هر دایره، اندازه قوس‌های مقابل به دو زاویه مرکزی مساوی، برابرند (شکل ۴-۵).



شکل ۵-۴

تمرین: دایره‌ای به شعاع ۲ سانتی‌متر رسم کنید. بزرگترین وتر آن را ترسیم کنید. از نقطه تماس وتر رسم شده با محیط دایره وترتی به اندازه نصف وتر اول رسم کنید.

وترهای دیگری به اندازه نصف بزرگترین وتر رسم کنید به نحوی که هر وتر از انتهای وتر قبلی شروع شود.

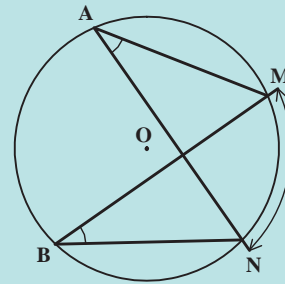
چند وتر در یک دایره با اندازه نصف بزرگترین وتر و با

رعایت شرط بالا می‌توان رسم کرد؟



یادآوری

اگر رأس یک زاویه بر محیط دایره واقع باشد و اضلاعش دو وتر دایره، آن زاویه را زاویه محاطی می‌نامند. اندازه قوس‌های مقابل به دو زاویه محاطی مساوی، برابرند.



شکل ۴-۶

تمرین

۱- دایره‌ای به شعاع ۲۳ میلی‌متر رسم کنید. دو زاویه مرکزی در این دایره رسم کنید که هر یک ۴۵ درجه باشد. وتر قوس مقابل به این زاویه‌ها را رسم کنید. آنها را اندازه بگیرید. چه نتیجه‌ای گرفته‌اید؟ آیا وترهای مقابل به دو زاویه مرکزی مساوی با هم مساویند؟

۲- دایره‌ای به شعاع  $\frac{3}{3}$  سانتی‌متر رسم کنید در این دایره دو وتر رسم کنید که هر یک  $\frac{4}{5}$  سانتی‌متر باشد. از مرکز دایره بر هر یک از دو وتر خطی عمود کنید. طول عمود وارد بر وترها را اندازه بگیرید. آیا دو طول با هم برابرند؟

۳- در دایره O وتر AB را به طول کوچکتر از قطر دایره ترسیم کنید. از نقطه A وتر AC را به اندازه وتر AB ترسیم کنید. نقطه دلخواه M را روی دایره انتخاب کرده از آن به نقاط A و B وصل کنید. آیا دو کمان AB و AC که مقابل به دو وتر مساوی هستند با هم برابرند؟ دو زاویه محاطی  $\widehat{CMA}$  و  $\widehat{BMA}$  که مقابل این دو کمانند چطور؟ صحت این قضیه را با روش زیر تحقیق کنید: نیمساز زاویه  $\widehat{CMB}$  را ترسیم کنید آیا خط نیمساز بر خط MA منطبق است؟

۴- در دایره O بدون استفاده از گونیا یک زاویه محاطی بکشید که اندازه آن  $90^\circ$  درجه باشد.

تمرین: دایره‌ای به شعاع ۲ سانتی‌متر رسم کنید و وتر AB را به طول ۳ سانتی‌متر در دایره ترسیم کنید. آن‌گاه،

۱- خطی رسم کنید موازی وتر AB که فاصله‌اش از مرکز دایره  $\frac{3}{5}$  سانتی‌متر باشد.

۲- خط دیگری رسم کنید موازی وتر AB که فاصله‌اش از مرکز دایره ۲ سانتی‌متر باشد.

۳- خط سوم را هم موازی وتر AB رسم کنید. به نحوی که فاصله‌اش از مرکز دایره ۱ سانتی‌متر باشد.

مشاهده می‌کنید که خط اول خارج از دایره است و هیچ نقطه تماسی با دایره ندارد. خط دوم فقط یک نقطه تماس دارد یعنی مماس بر دایره است و خط سوم دایره را در دو نقطه قطع می‌کند. آیا یک خط و دایره می‌توانند وضعیت دیگری نسبت به هم داشته باشند؟

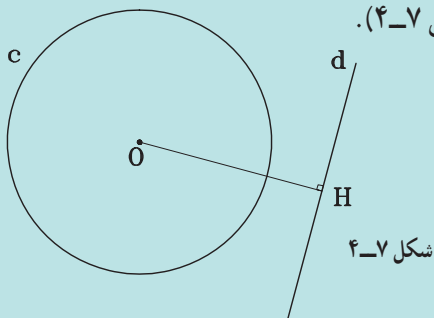
وضعیت خط و دایره نسبت به هم

به فضایی زیر توجه کنید:

یادآوری

خط d و دایره C(O,R) در یک صفحه نسبت به هم سه وضعیت دارند:

الف) خط d و دایره C هیچ نقطه مشترکی ندارند. در این حالت اگر OH فاصله O تا خط d باشد،  $OH > R$  است (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷

ب) خط d و دایره C در یک نقطه مشترک‌اند. در این حالت خط بر دایره مماس و  $OH = R$  است. نقطه H پای عمود OH بر خط d، نقطه تماس خط با دایره است (شکل ۴-۸).

به قضیه زیر توجه کنید :

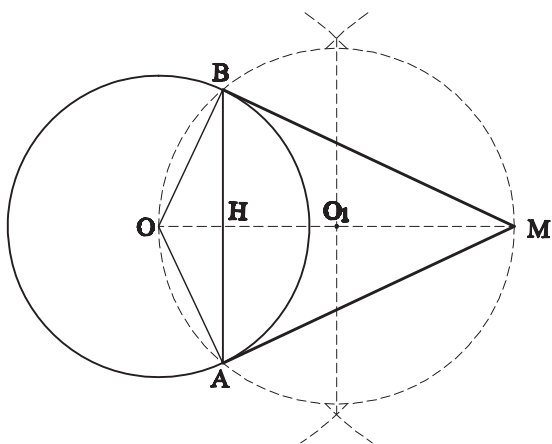
### یادآوری

از یک نقطه واقع بر یک دایره تنها یک مماس می‌توان رسم کرد. در شکل از نقطه  $A$  واقع بر دایره فقط یک عمود بر  $OA$  می‌توان رسم کرد که خط مماس بر دایره در نقطه  $A$  است.

تمرین : دایره  $O$  را به شعاع دلخواه ترسیم کنید. نقطه  $M$  را خارج دایره انتخاب کنید. به قطر  $OM$  یک دایره رسم کنید. این دایره دایره  $O$  را در دو نقطه قطع می‌کند.

از  $M$  به دو نقطه تقاطع وصل کنید. آیا  $MA$  و  $MB$  بر دایره مماس هستند؟

محل تقاطع  $OM$  و  $AB$  را  $H$  بنامید.  $AH$  و  $BH$  را اندازه بگیرید. چه نتیجه‌ای گرفته‌اید؟ (شکل ۴-۱۱).

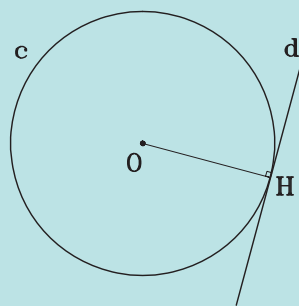


شکل ۴-۱۱

### وضعیت دو دایره نسبت به هم

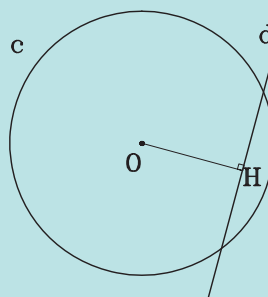
تمرین ۱ : دایره‌ای به شعاع ۵ سانتی‌متر رسم کنید. دایره دیگری رسم کنید، به شعاع ۲ سانتی‌متر که مرکز آن با مرکز دایره اول ۸ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. دایره سوم را نیز به شعاع  $1/5$  سانتی‌متر و به فاصله دو سانتی‌متر از مرکز دایره اول رسم کنید.

دو دایره دوم و سوم نسبت به دایره اول چه تفاوتی دارند؟ وجه اشتراک دو دایره نسبت به دایره اول چیست؟



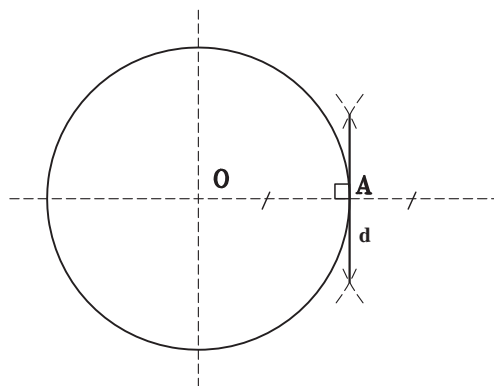
شکل ۴-۸

ج) خط  $d$  و دایره  $C$  در دو نقطه مشترک اند. در این حالت خط و دایره را متقاطع می‌نامند و  $OH < R$  است (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹

تمرین : دایره‌ای به شعاع دلخواه ترسیم کنید. یکی از شعاع‌های آن را ترسیم کنید.  $OA$  از نقطه  $A$  خطی بر شعاع  $OA$  عمود کنید. خط  $d$  که بر  $OA$  عمود شده نسبت به دایره چه وضعی دارد؟ آیا خط دیگری نیز می‌توان در این نقطه بر  $OA$  عمود کرد؟ (شکل ۴-۱۰).



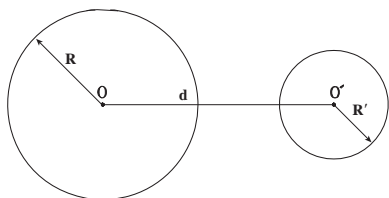
شکل ۴-۱۰

اگر مراکز هریک از دو دایره را به دایره اول وصل کنید چه رابطه‌ای می‌توان بین شعاع‌های دو دایره و فاصله مراکز آنها پیدا کرد؟

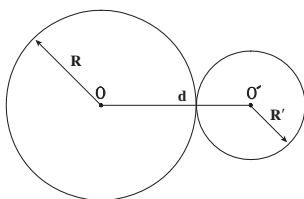
تمرین ۲: دو دایره رسم کنید که خط‌المركزین آنها با مجموع شعاع هایشان برابر باشد.

دو دایره چند نقطه مشترک دارند؟

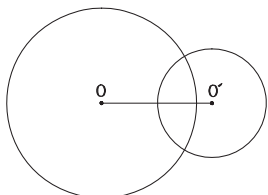
دو دایره نسبت به هم شش حالت دارند:



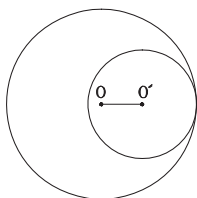
۱- دو دایره خارج هم  $d > R + R'$



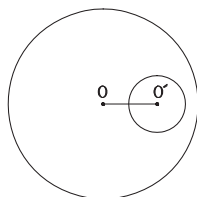
۲- دو دایره مماس خارج  $d = R + R'$



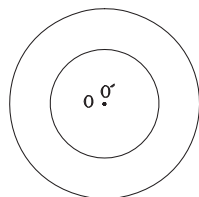
۳- دو دایره متقاطع  $R - R' < d < R + R'$



۴- دو دایره مماس داخل  $d = R - R'$



۵- دو دایره متداخل  $d < R - R'$

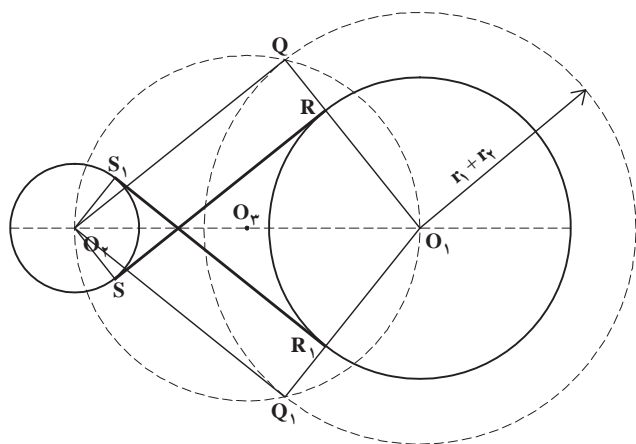


۶- دایره‌های هم‌مركز  $d = 0$

شکل ۱۲-۴

تمرین ۲: یک بار دیگر دو دایره را با مشخصات تمرین قبل ترسیم کنید دایره  $O_3$  را نیز بکشید. حال به مرکز  $O_1$  و شعاع مجموع شعاع‌های  $O_1$  و  $O_2$  یعنی ۸ سانتی‌متر قوسی رسم کنید که دایره  $O_3$  را در نقطه  $P$  قطع کند  $O_1P$  دایره  $O_1$  را در  $R$  قطع می‌کند. حال از  $O_2$  به موازات  $O_1R$  خطی رسم کنید تا دایره را در نقطه  $S$  قطع کند، دو نقطه  $R$  و  $S$  را به هم وصل کنید. خط  $RS$  را پررنگ کنید.

آیا خط  $RS$  بر هر دو دایره  $O_1$  و  $O_2$  مماس است؟ می‌توانید همین ترسیمات را در طرف دیگر انجام دهید؟



شکل ۴-۱۴

دقت کنید: اگر دو تمرین ۱ و ۲ را یکجا انجام می‌دادید عملاً دو دایره متخارج چهار مماس مشترک داشتند. اولین تمرین فوق را می‌توانید در مورد دو دایره مماس خارجی و دو دایره متقاطع نیز انجام دهید. تمرین: دو دایره ترسیم کنید که شعاع هر یک ۲۵ میلی‌متر باشد و فاصله مراکز آنها از هم  $40^\circ$  میلی‌متر مماس مشترک آنها را رسم کنید.

تمرین: دو دایره متخارج به شعاع‌های ۴ و ۲ و با فاصله مراکز  $10^\circ$  سانتی‌متر رسم کرده مماس‌های داخلی و خارجی آنها را ترسیم کنید.

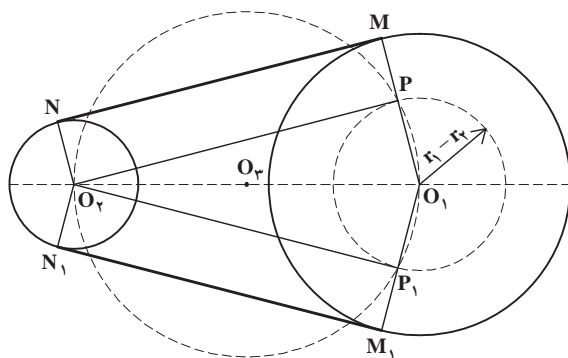
تمرین: دو دایره دلخواه رسم کنید که نسبت به هم مماس داخلی باشند.

تمرین: دو دایره متقاطع رسم کنید که مرکز یکی منطبق بر محیط دیگری و شعاعش نصف آن باشد.

### مماس مشترک دو دایره

تمرین ۱: دو دایره متخارج  $O_1$  و  $O_2$  را به شعاع‌های ۵ و ۳ سانتی‌متر که طول خط‌المركزین آنها  $10^\circ$  سانتی‌متر باشد رسم کنید. خط‌المركزین آنها را ترسیم کنید. دایره  $O_3$  را به قطر خط‌المركزین بکشید. از نقطه  $O_1$  مرکز دایره بزرگتر به اندازه تفاضل شعاع دو دایره یعنی ۲ سانتی‌متر قوسی رسم کنید که دایره  $O_3$  را در نقطه  $P$  قطع کند  $PO_1$  را ادامه داده تا دایره را در  $M$  قطع کند. حال از  $O_2$  به موازات  $O_1M$  خطی رسم کنید تا دایره  $O_2$  را در نقطه  $N$  قطع کند. دو نقطه  $M$  و  $N$  را به هم وصل کنید. خط  $MN$  را پررنگ کنید.

آیا خط  $MN$  بر هر دو دایره  $O_1$  و  $O_2$  مماس است؟ می‌توانید همین ترسیمات را در طرف دیگر انجام دهید؟



شکل ۴-۱۳

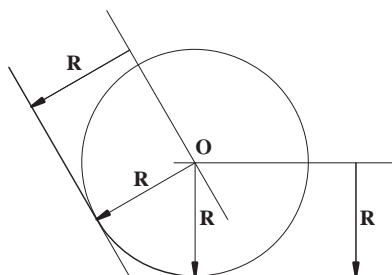
## مماس‌ها

در طرح‌های معماری و شهرسازی با انواع و اقسام اشکال مواجه می‌شویم که ترکیبی از خط راست، قوس و انواع منحنی‌ها است.

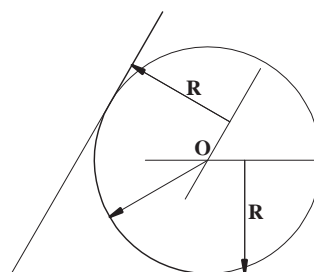
در ادامه با طریقه ترسیم قوس‌هایی که مماس بر خطوط و دایره‌ها هستند، آشنا می‌شویم.

## رسم قوسی به شعاع R مماس بر دو خط

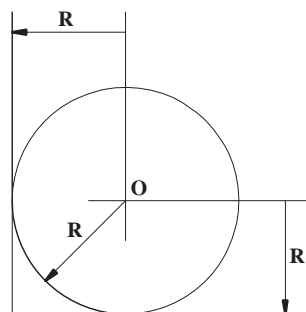
در شکل ۴-۱۵ در درون زاویه کوچکتر از نیم‌صفحه خطی به موازات هریک از دو خط مفروض و به فاصله R از آن رسم می‌کنیم تا یکدیگر را در نقطه O قطع کنند. نقطه O مرکز قوس مطلوب است.



(الف)



(ب)



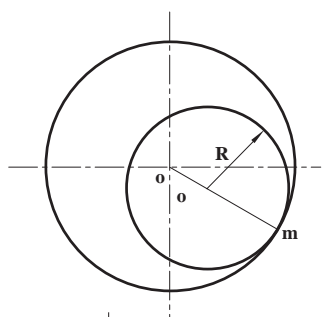
(ج)

شکل ۴-۱۵

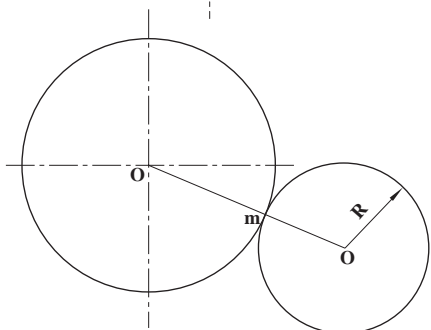
تمرین: دوزنقه قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که ارتفاع آن ۴، و قاعده‌های آن ۵ و ۶ سانتی‌متر باشد. آن‌گاه بر هر چهار زاویه آن قوسی به شعاع ۱ سانتی‌متر مماس کنید.

## رسم دایره‌ای به شعاع R مماس بر دایره O در نقطه m

در شکل ۴-۱۶ الف  $mo' = R$  را بر خط  $om$  و در شکل ۴-۱۶ ب  $mo' = R$  را بر امتداد خط  $om$  در نظر می‌گیریم. سپس به مرکز  $O'$  و به شعاع R دایره مطلوب را رسم می‌کنیم. در شکل ۴-۱۶ الف مماس داخلی و در شکل ۴-۱۶ ب مماس خارجی رسم شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۱۶

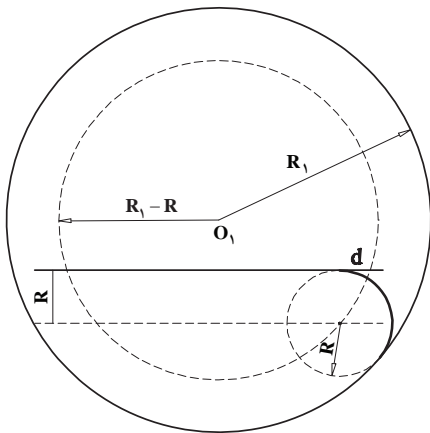
تمرین: چند دایره به شعاع ۲۵ میلی‌متر می‌توانید بر دایره که شعاع آن ۳۱ میلی‌متر است مماس کنید؟ چهارتای آنها را که نسبت به یک قطر دایره متقارن باشند، ترسیم کنید.

## رسم قوسی به شعاع R مماس بر یک خط و دایره مفروض

دایره O و خط  $d$  را در نظر بگیرید. خط  $d$  نسبت به دایره چند حالت می‌تواند داشته باشد؟  
خط دایره را قطع کند.  
خط بر دایره مماس باشد.  
خط در خارج دایره باشد.

همچنین در مماس بر دایره دیدید که مرکز دایره‌ای به شعاع  $R$  که بر دایره مفروضی به شعاع  $R_1$  مماس باشد یا  $R_1 + R$  یا  $R_1 - R$ .

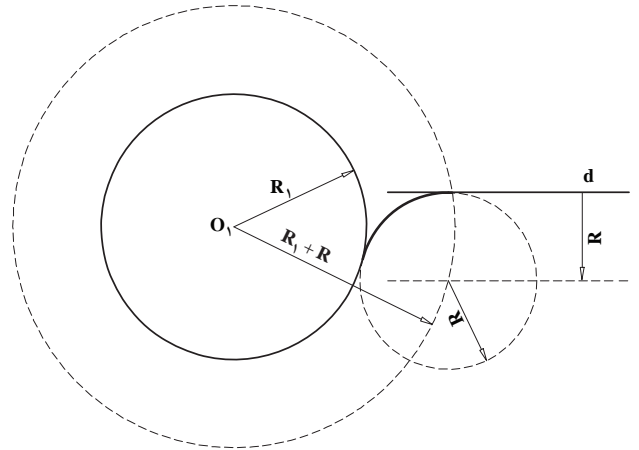
حال دایره‌ای به شعاع ۳ سانتی‌متر رسم کنید و در دو حالت خط متقاطع با دایره و خط خارج دایره قوسی به شعاع یک سانتی‌متر بر آنها مماس کنید. در شکل ۴-۱۷ دو نمونه از این مماس‌ها ترسیم شده است.



(ب)

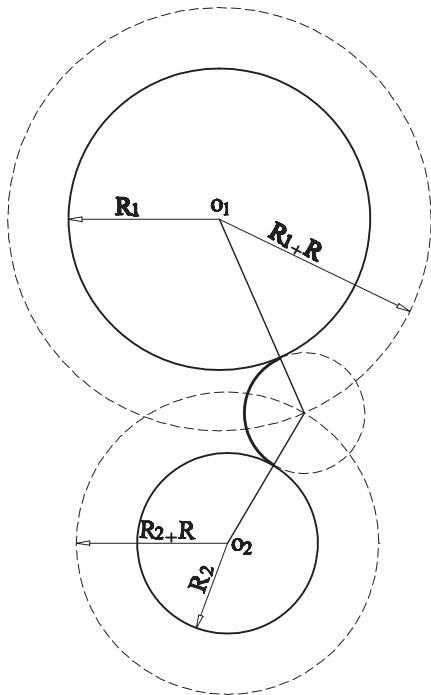
حال اگر بخواهیم در هر یک از این حالات قوسی به شعاع معلوم رسم کنیم که هم بر دایره و هم بر خط مماس باشد، چگونه عمل کنیم؟

مرکز دایره‌ای به شعاع  $R$  که بر خط و دایره مماس باشد محل برخورد دو مکان هندسی است. دیدید که اگر مرکز دایره‌ای که با شعاع  $R$  بر خط مماس باشد، خطی است موازی آن و به فاصله  $R$  از آن.



(الف)

شکل ۴-۱۷



شکل ۴-۱۸

### رسم قوسی به شعاع $R$ مماس بر دو دایره مفروض

اگر بخواهیم دو دایره مفروض خارج از قوس مطلوب قرار گیرد، نقطه  $O$  مرکز قوس مطلوب مطابق شکل ۴-۱۸ از برخورد دو قوس به شعاع‌های  $R_1 + R$  و  $R_2 + R$  به دست می‌آید.

اگر بخواهیم دو دایره مفروض داخل قوس مطلوب قرار گیرد، نقطه  $O$  مرکز قوس مطلوب مطابق شکل ۴-۱۹ برخورد دو قوس به شعاع‌های  $R - R_1$  و  $R - R_2$  به دست می‌آید.

## تمرین

۱- دو دایره به شعاع  $\frac{2}{5}$  و ۴ را در سه حالت زیر رسم

کنید

یکدیگر را قطع کنند.

نسبت به هم مماس خارج باشند.

هیچ نقطه تقاطعی نداشته باشند.

۲- بر اضلاع زاویه  $O$  دایره‌ای به شعاع  $r$  مماس کنید.

۳- بر دایره‌هایی با شرایط سؤال ۱ دایره‌ای به شعاع ۳

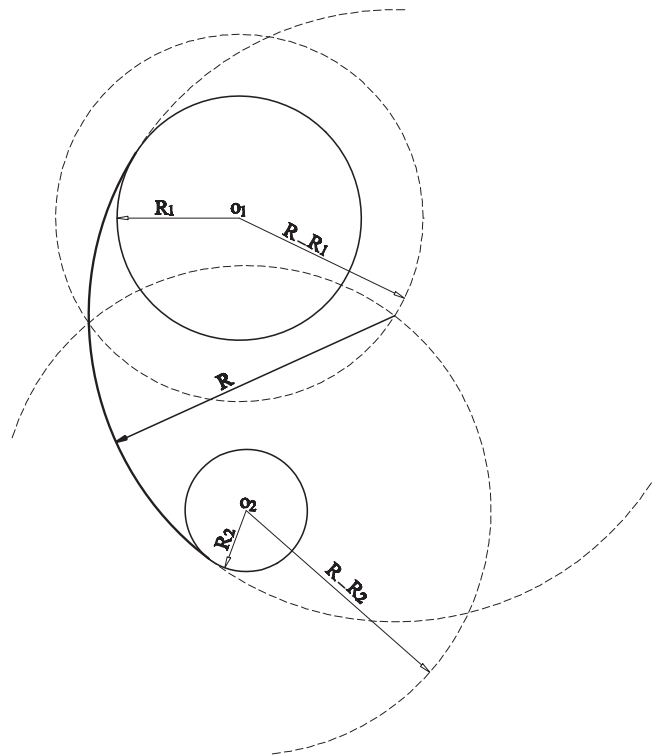
سانتی‌متر مماس کنید.

۴- دایره  $O$  را به شعاع ۴ سانتی‌متر رسم کنید خط  $d$  را

چنان رسم کنید که از مرکز دایره  $5/5$  سانتی‌متر فاصله داشته باشد.

قوسی به شعاع  $1/5$  سانتی‌متر رسم کنید که بر خط  $d$  و دایره  $O$

مماس باشد. مسأله چند جواب دارد؟



شکل ۱۹-۴

## بیضی

معماران، شهرسازان و طراحان از شکل بیضی هم در

طرح‌های خود استفاده می‌کنند. بیضی از شکل‌هایی است که در

گذشته معماران سنتی ایرانی در ساختار فرم قوس‌ها و گنبد‌ها از آن

استفاده بسیاری برده‌اند. یادگیری طریقه ترسیم آن برای طراحان

و نقشه‌کش‌ها خالی از فایده نیست.

اگر بخواهیم یکی از دو دایره مفروض در خارج از قوس

و دیگری در داخل قوس قرار گیرد، نقطه  $O$  مرکز قوس مطلوب

مطابق شکل ۲۰-۴ از برخورد دو قوس به شعاع‌های  $R-R_1$  و

$R+R_2$  به دست می‌آید.

## تعریف بیضی

بیضی مکان هندسی نقاطی از یک صفحه است که مجموع

فاصله‌های هر یک از آن نقاط از دو نقطه ثابت آن صفحه مقدار ثابتی

باشد. دو نقطه ثابت  $F_1$  و  $F_2$  را کانون بیضی می‌نامند و عدد ثابت را

$2a$  در نظر می‌گیرند. در شکل ۲۱-۴ یک بیضی با دو کانون  $F_1$  و

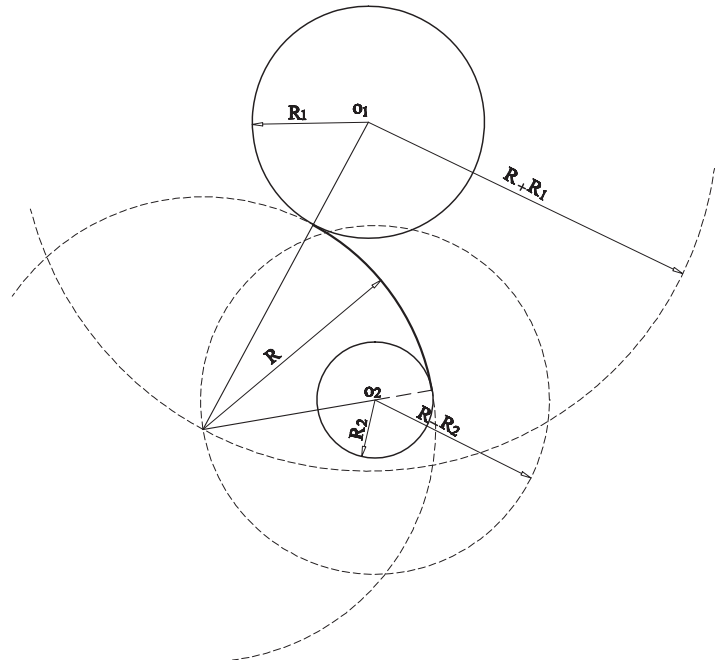
$F_2$  رسم شده است. در این بیضی  $MF_1 + MF_2 = 2a$  است.  $AA_1$

را که برابر  $2a$  است. قطر بزرگ (طول) و  $BB_1$  را که عمود منصف

$AA_1$  است و برابر  $2b$  در نظر می‌گیرند، قطر کوچک (اقطار) و نقطه

$O$  را مرکز بیضی می‌نامند. همچنین دایره به قطر  $AA_1$  دایره اصلی

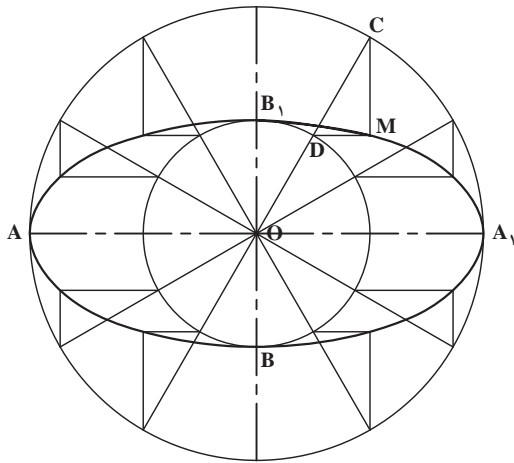
و دایره به قطر  $BB_1$  دایره فرعی بیضی نامیده می‌شود.



شکل ۲۰-۴

## ترسیم بیضی

یک برگ کاغذ A4 را روی تخته رسم بچسبانید و دو سنجاق یا پونز را با فاصله  $10^\circ$  سانتی متر مطابق شکل ۴-۲۱ در نقاط  $F_1$  و  $F_2$  قرار دهید. سپس دو سر نخ را به هم گره بزنید به طوری که طول نخ دولا تا قسمت گره خورده  $(2a + F_1F_2)$  برابر  $22$  سانتی متر باشد. اگر نخ دولا را دور دو سنجاق نصب شده و یک مداد قرار دهید و مداد را حرکت دهید یک بیضی رسم می شود. نقاط  $F_1$  و  $F_2$  را کانون بیضی می نامند. اگر فاصله دو کانون بیضی و یا طول نخ دولا  $(2a + F_1F_2)$  تغییر کند، بیضی های مختلفی رسم می شود.

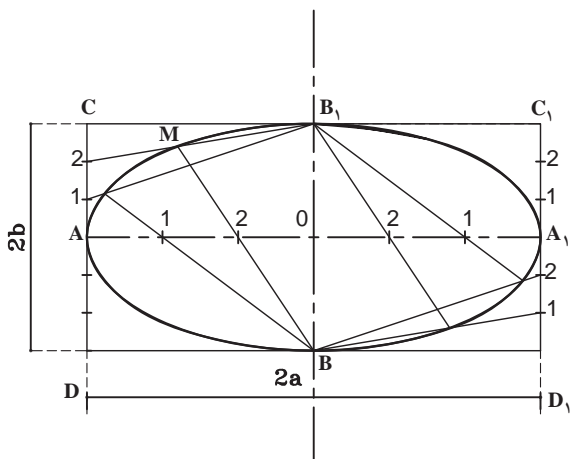


شکل ۴-۲۲

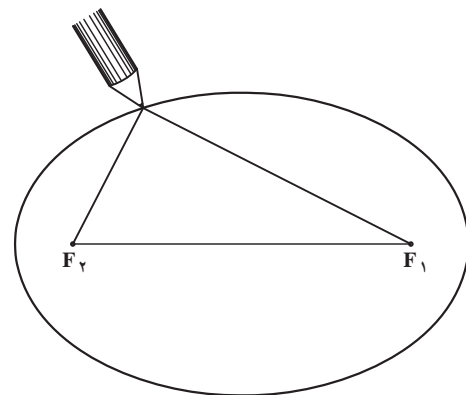
(ب) با استفاده از مستطیل: در شکل ۴-۲۳ مستطیلی

به طول  $2a$  و به عرض  $2b$  رسم می کنیم. نقطه O مرکز مستطیل را که مرکز بیضی هم هست، در نظر گرفته، دو محور  $AA_1$  و  $BB_1$  که محورهای بیضی هستند را رسم می کنیم.  $AO$  و  $CA_1$  را به  $n$  قسمت مساوی، برای مثال به سه قسمت مساوی تقسیم می کنیم و هر قسمت را مطابق شکل شماره گذاری می کنیم. امتداد خط  $B-2$ ، خط  $B_1-2$  را در نقطه M قطع می کند. نقطه M بر روی بیضی مطلوب واقع است. به همین ترتیب  $AD_1$  و  $A_1C_1$ ،  $AD_1$  و  $A_1C_1$  را به سه قسمت مساوی تقسیم می کنیم و از تلاقی دو خط هم شماره مطابق شکل تعدادی نقطه از بیضی مشخص می شود.

می توان پس از پیدا کردن نقاط در یک چهارم بیضی، قرینه آنها را نسبت به دو محور بیضی یعنی  $AA_1$  و  $BB_1$  در نظر گرفت.



شکل ۴-۲۳



شکل ۴-۲۱

## رسم بیضی از طریق نقطه یابی

(الف) با استفاده از دو دایره اصلی و فرعی: در شکل

۴-۲۲ دایره اصلی به قطر  $2a$  و دایره فرعی به قطر  $2b$  را به مرکز O که مرکز بیضی است رسم می کنیم. همچنین محورهای بیضی را که قطرهای بیضی بر آنها منطبق هستند رسم می کنیم. هر شعاع دلخواه از دایره اصلی مانند OC دایره فرعی را در نقطه D قطع می کند. اگر از نقاط C و D دو خط به موازات اقطار بیضی (محورهای بیضی) رسم کنیم، برخورد این دو خط یعنی نقطه M روی بیضی به قطر بزرگ  $2a$  و قطر کوچک  $2b$  قرار دارد.

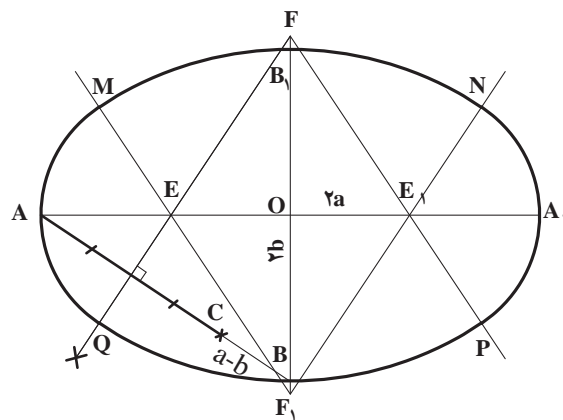


تمرین : با استفاده از مستطیل و تقارن بیضی رسم کنید که قطر بزرگ آن ۶ و قطر کوچک آن ۲/۵ سانتی متر باشد.

### رسم بیضی (شبه بیضی) از طریق چهار قوس

ترسیم از طریق نقطه یابی اگر دقیق ترسیم شود، شکل واقعی بیضی را ایجاد می کند. واضح است هرچه تعداد نقطه ها بیشتر باشد بیضی دقیق تری حاصل می شود. اما اتصال تمیز نقطه ها به پیستوله نیاز است. برای ترسیم بیضی با استفاده از پرگار روش دیگری وجود دارد که یک بیضی دقیق با خواص بیضی نیست اما شکلی بسیار شبیه بیضی را ایجاد می کند.

لازم به ذکر است که هرچه ابعاد قطر بزرگ و قطر کوچک بیضی به هم نزدیک تر باشد شبه بیضی به بیضی دقیق



شکل ۲۴-۴

شبه تر می شود. در شکل ۲۴-۴،  $AA_1$  و  $BB_1$  را به ترتیب برابر اندازه های مفروض  $2a$  و  $2b$  رسم و از  $A$  به  $B$  وصل می کنیم. نقطه  $C$  را روی خط  $BA$  طوری در نظر می گیریم که  $BC=a-b$  باشد. عمود منصف  $AC$  محور  $AA_1$  را در نقطه  $E$  و امتداد محور  $BB_1$  را در نقطه  $F_1$  قطع می کند. قرینه نقاط  $F$  و  $E$  را نسبت به نقطه  $O$ ،  $E_1$  و  $F_1$  می نامیم. به مرکز  $F$  و به شعاع  $FB$  قوس  $PBQ$ ، به مرکز  $F_1$  و به شعاع  $F_1B_1$  قوس  $MB_1N$ ، به مرکز  $E$  و به شعاع  $EA$  قوس  $MAQ$  و به مرکز  $E_1$  و به شعاع  $E_1A_1$  قوس  $NA_1P$  را رسم می کنیم. این چهار قوس شکل نزدیک به بیضی واقعی با قطر بزرگ  $2a$  و با قطر کوچک  $2b$  را مشخص می کنند.

بیضی با کمک چهار قوس رسم کنید. آنها را با هم مقایسه کنید و میزان خطا روی چهار قوس را ببینید.

تمرین : با کمک نقطه یابی یک چهارم از یک بیضی را رسم کنید که قطر بزرگ آن ۶/۸ و قطر کوچک آن ۳/۴ سانتی متر باشد. روی اقطار بیضی فوق که یک چهارم آن را ترسیم کرده اید

### تمرین

نقش شکل ۴-۲۷ را در کادر  $۱۶ \times ۱۶$  با دقت ترسیم کرده و مرکبی کنید :

پیش از ترسیم نقش به نکات زیر توجه کنید :

**نکته اول :** مشاهده می‌کنید که نقش از گسترش یک نقش جزء تر شکل گرفته است. بنابراین اگر طرز ترسیم

نقشه اولیه را به درستی یاد بگیرید کل نقش را به راحتی می‌توانید ترسیم کنید.

**نکته دوم :** گسترش حجم به روش قرینه محوری می‌باشد. اما با توجه به الگوی کلی نقش می‌توانید با یافتن

خطوط کمکی جدید نقش اولیه را گسترش دهید.

**طریقه ترسیم :** ابتدا طریقه ترسیم واحد اولیه را توضیح می‌دهیم.

مربع ABCD را با دقت ترسیم کرده و دو زاویه A و C را به چهار قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم.

از محل تقاطع اقطار مربع دو خط به موازات اضلاع آن رسم می‌کنیم تا خط‌های اول و سوم زوایای A و C

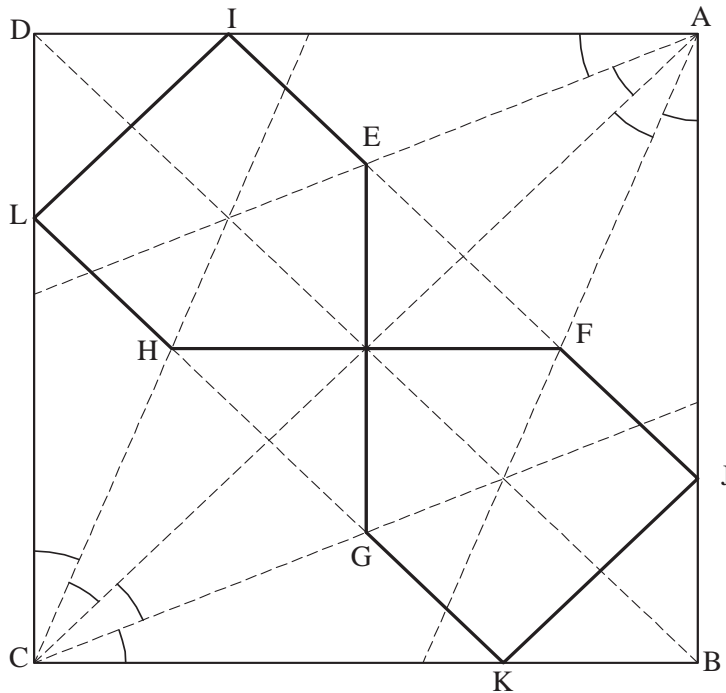
را در نقاط G، F، E، H قطع کند.

از هر یک از چهار نقطه به دست آمده خط‌هایی به موازات قطر BD رسم می‌کنیم تا اضلاع مربع را در نقاط I، J،

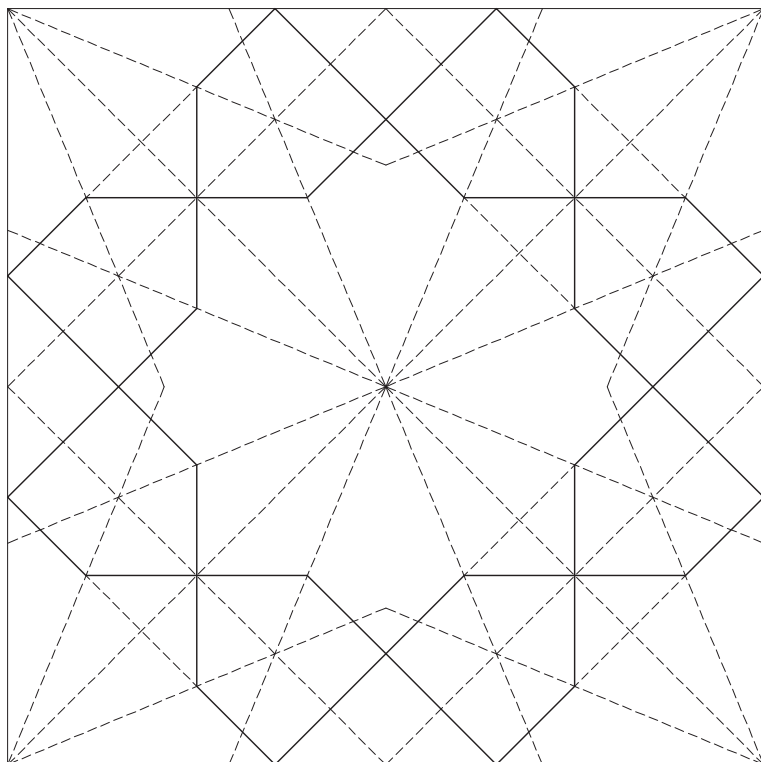
K و L قطع کنند. از J به K و از I به L وصل می‌کنیم تا شکل کامل گردد (شکل ۴-۲۵).

**تکثیر واحد اولیه :** با تجمیع ۴ واحد از نقش اولیه که از طریق قرینه محوری تکثیر شده‌اند. نقشی که یک

شمسه هشت پر را می‌سازد حاصل می‌شود (شکل ۴-۲۶).



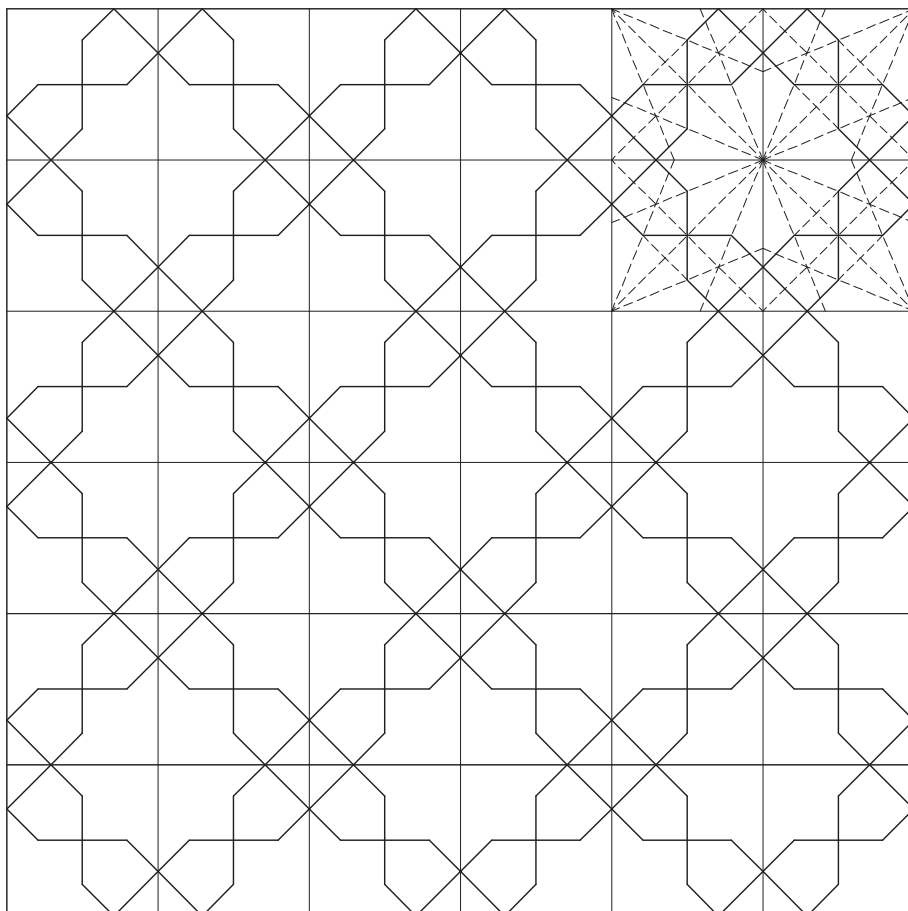
شکل ۴-۲۵



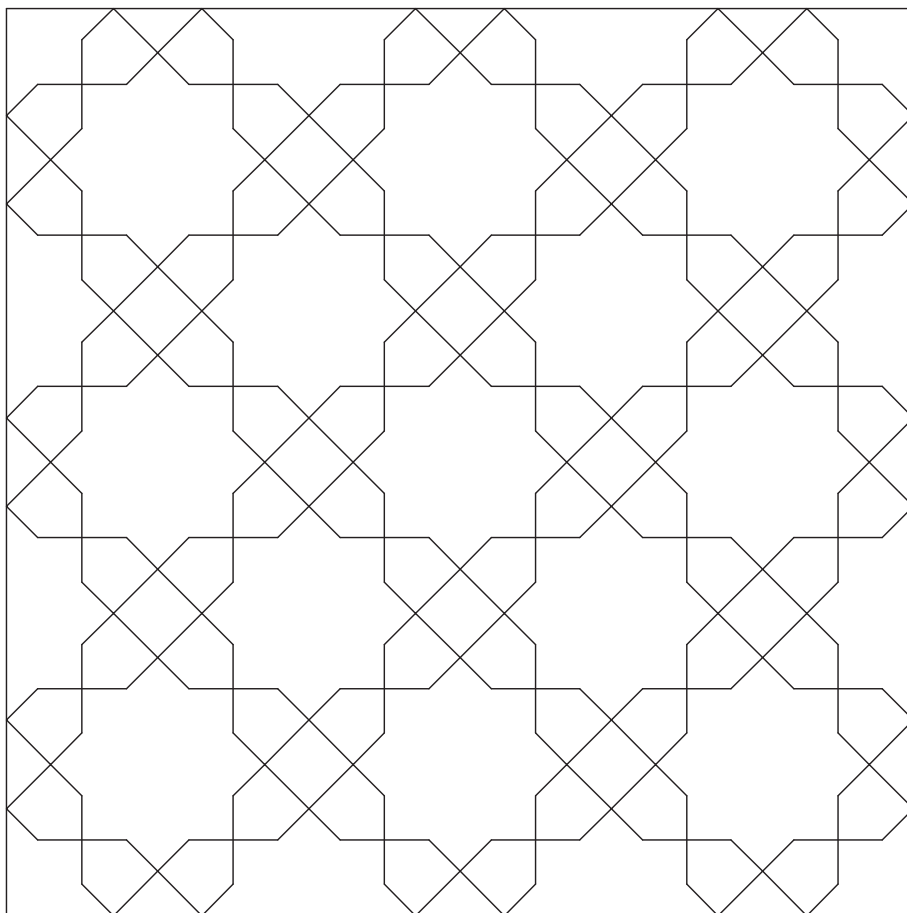
آن‌گاه می‌توانیم با استفاده از تقارن محوری  
نقش را در کادرهای متفاوت بسط دهیم (شکل  
۴-۲۶).

با پاک کردن خطوط زیر نقش اصلی ظاهر  
می‌شود (شکل ۴-۲۸).

شکل ۴-۲۶



شکل ۴-۲۷



شکل ۲۸-۴

می‌توانید این نقش زیبا را رنگ‌آمیزی کرده و تابلوی زیبایی پدید آورید.

# 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 همان‌که 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.

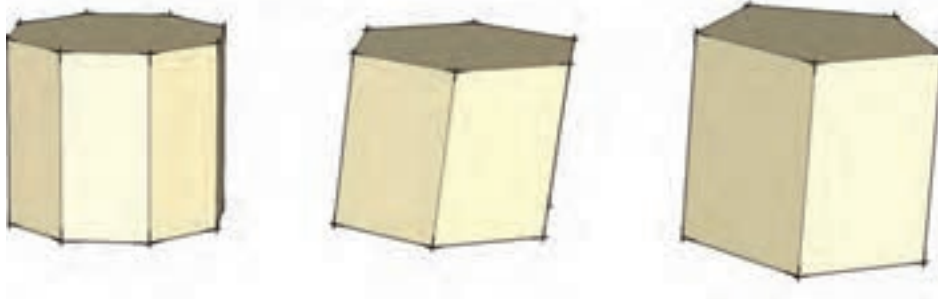
در شکل ۵-۱ به انواع منشور توجه کنید!

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 همچنان که 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.

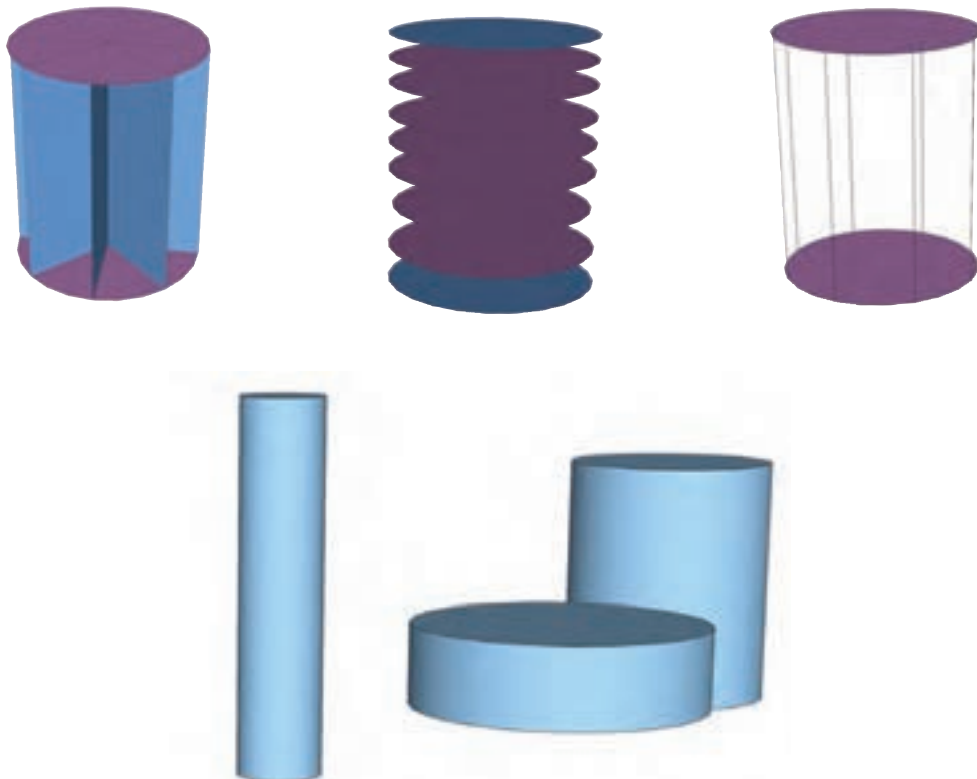


شکل ۵-۱

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؟

### از منشور تا استوانه

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



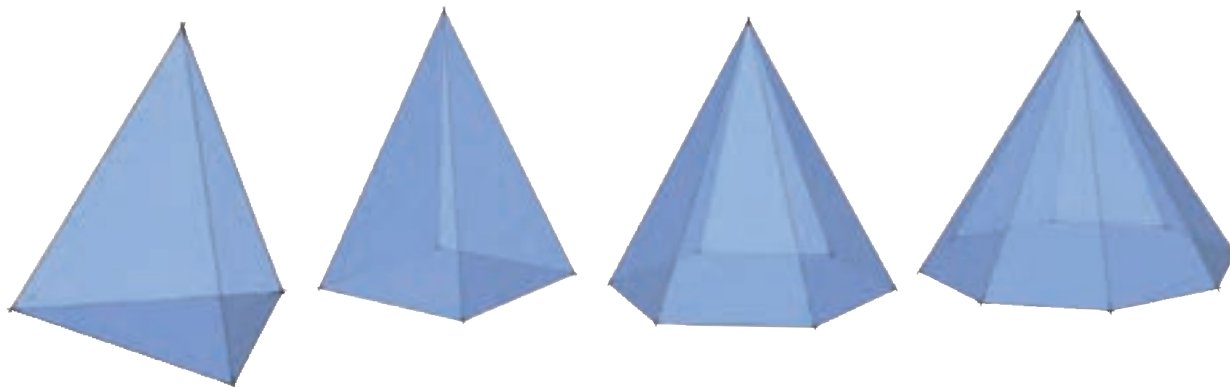
## هرم

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 همهٔ وجه‌های آن جز یکی در یک رأس مشترک‌اند.

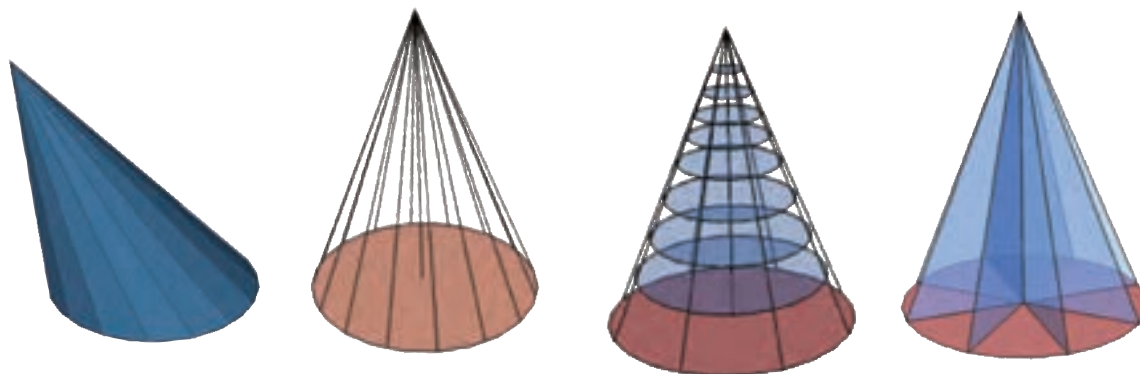
وجهی از هرم که رأس هرم در آن قرار ندارد، قاعدهٔ هرم و وجه‌های دیگر وجه‌های جانبی نامیده می‌شوند.



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.

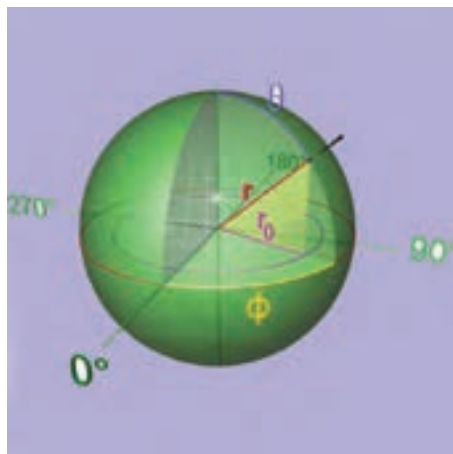


شکل ۵-۴

## 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.

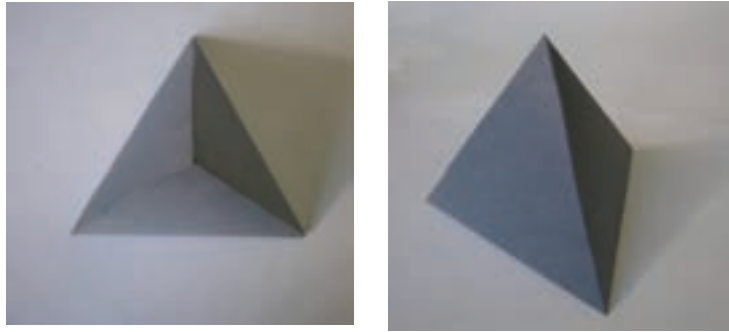
حجم‌های دیگر چه؟

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

### تجربه کنیم

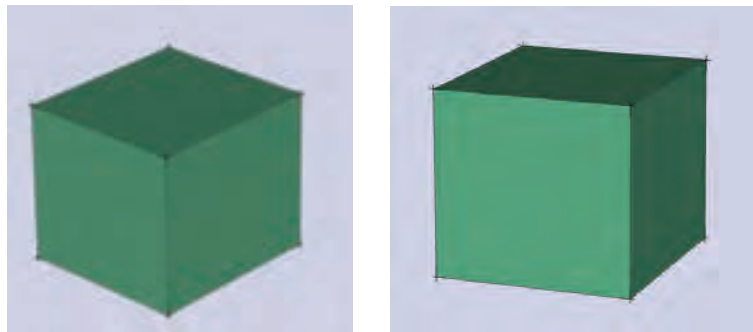
هر هنرجوی یکی از چهار حجم منشور، هرم، استوانه و مخروط را انتخاب کند و تلاش کند ماکت چند نمونه متنوع از آن را بسازد. تنوع حجم‌ها می‌تواند در قائم یا مایل بودن آنها، در مورد منشور و هرم در تنوع اضلاع قاعده آنها و تناسبات ارتفاع

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



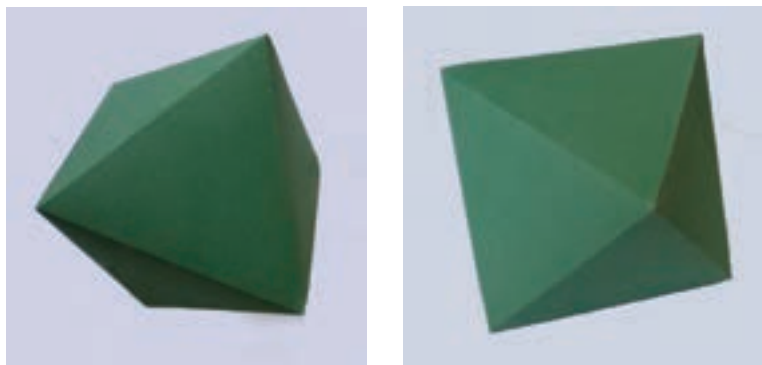
شکل ۵-۶

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



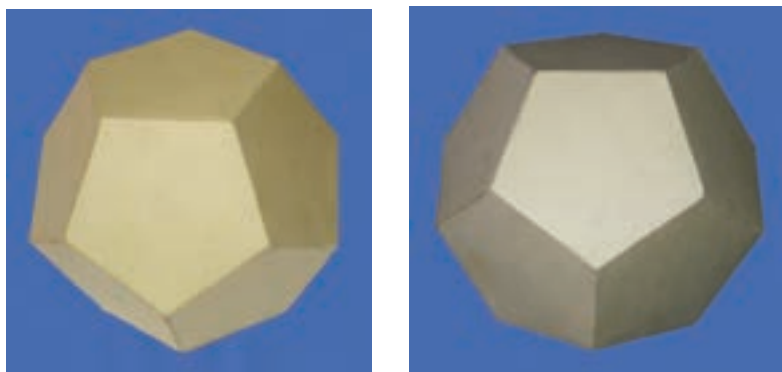
شکل ۵-۷

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



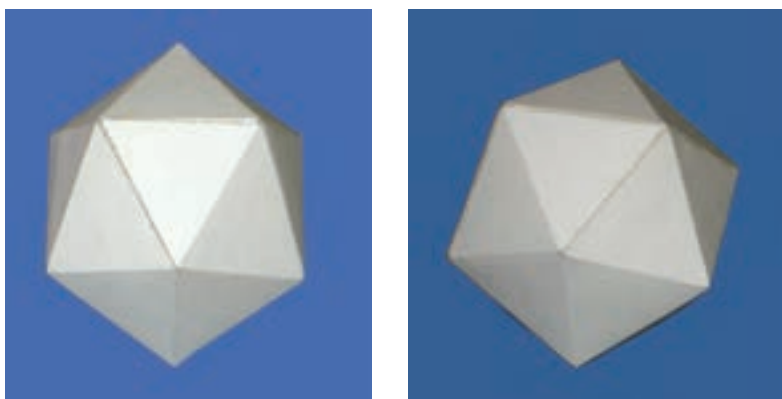
شکل ۵-۸

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



شکل ۹-۵

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



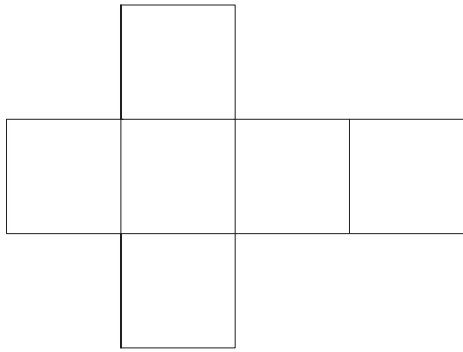
شکل ۱۰-۵

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.

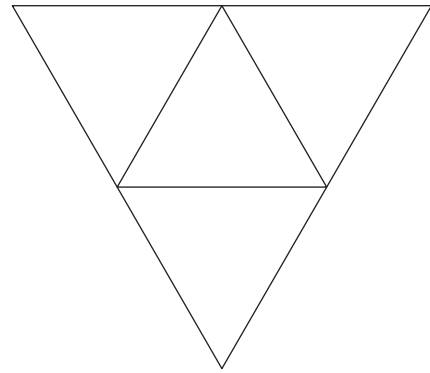
توجه داشته باشید که در مورد دوازده وجهی و بیست وجهی ضلع کوچکتری انتخاب شود تا حجم ساخته شده اندازه متوسط و مناسبی داشته باشد. در شکل های ۱۱-۵ تا ۱۵-۵ گسترده احجام را می بینید.

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.

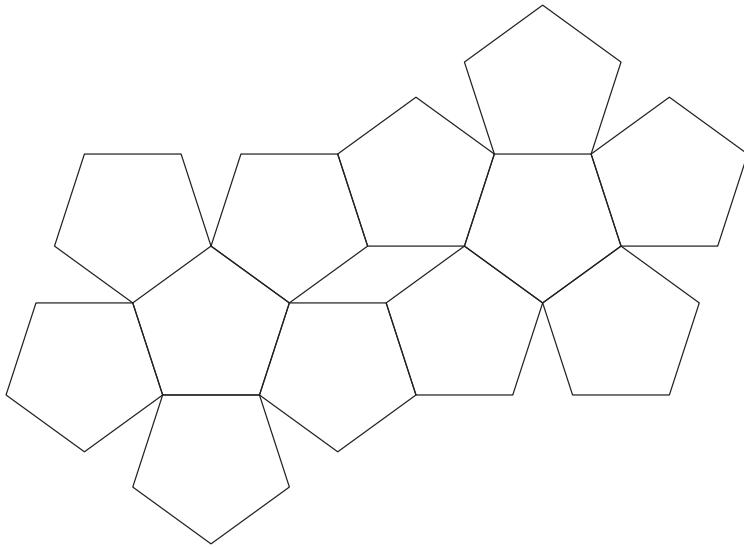
اگر دقت کرده باشید مکعب همان حجم استثنایی که در کنار کره دارای ویژگی خاصی است و همه انواع آن مشابه هم می باشند، در میان احجام افلاطونی قرار دارد. در واقع احجام افلاطونی هم یگانه و منحصر به فرد می باشند.



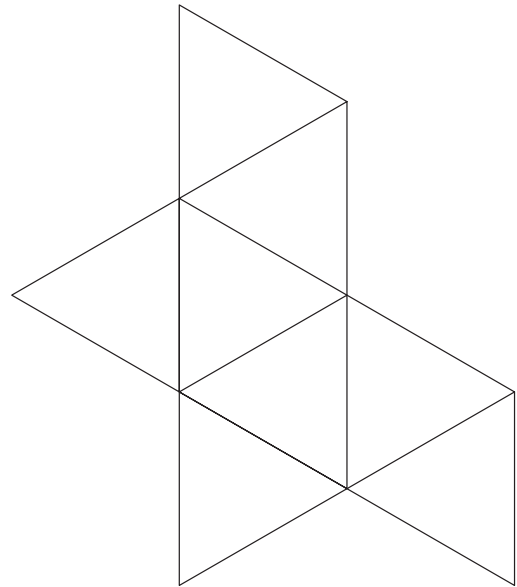
شکل ۵-۱۲



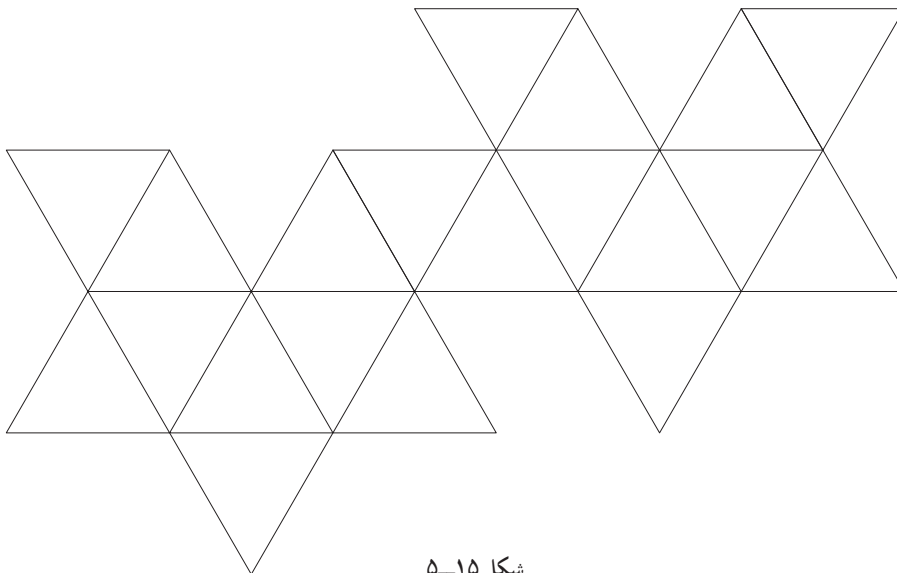
شکل ۵-۱۱



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 ۲-۶ 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 ۱-۶ نگاه



شکل ۱-۶

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 ۲-۶

**تصویر افقی:** تصویر افقی منظری از بالای حجم یا بام ساختمان را نمایش می‌دهد. همان‌گونه که شکل ۳-۶ 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.

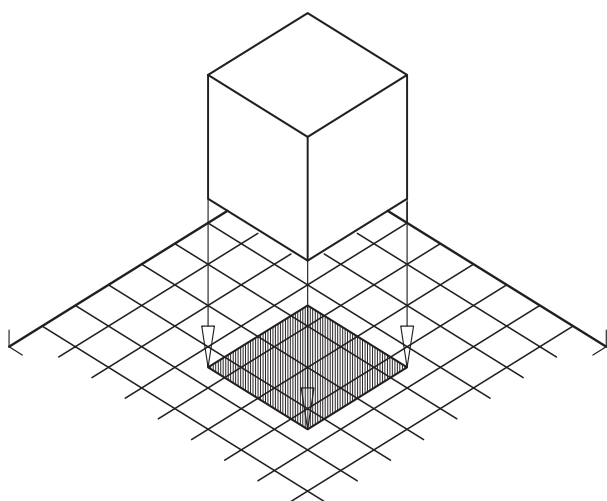
## تصاویر دو بعدی

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.

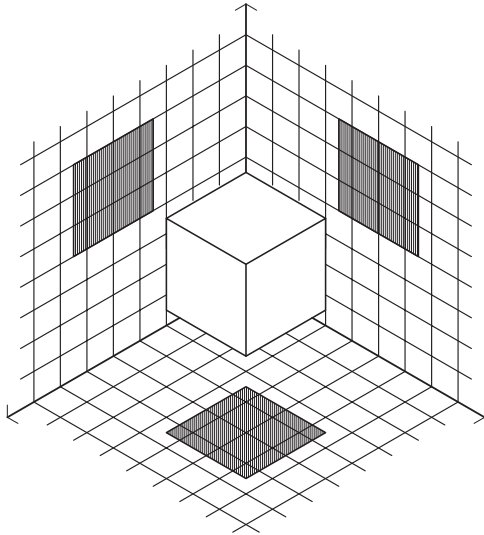
**تصویر جانب:** تصویری که در آن بعد عرض رسم نشده باشد.



شکل ۳-۶

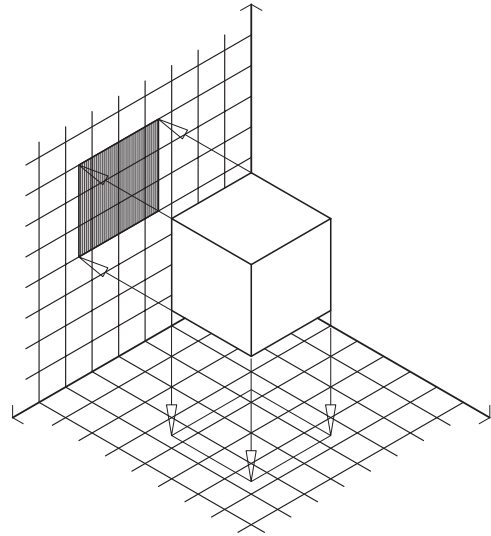
### دستگاه تصاویر دو بعدی

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.



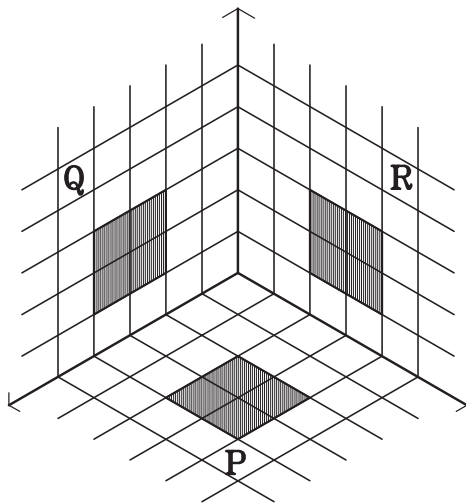
شکل ۶-۶

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



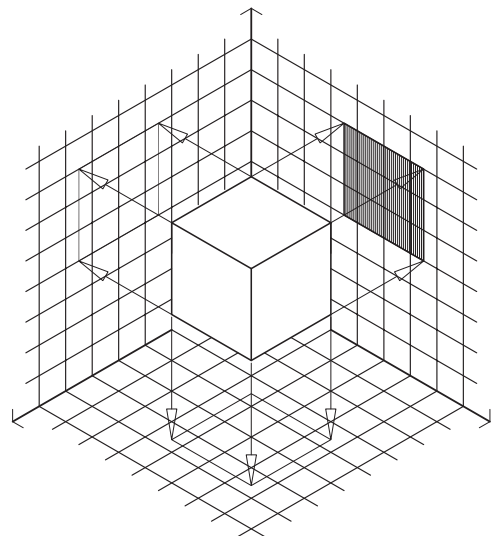
شکل ۶-۴

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



شکل ۶-۷

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.

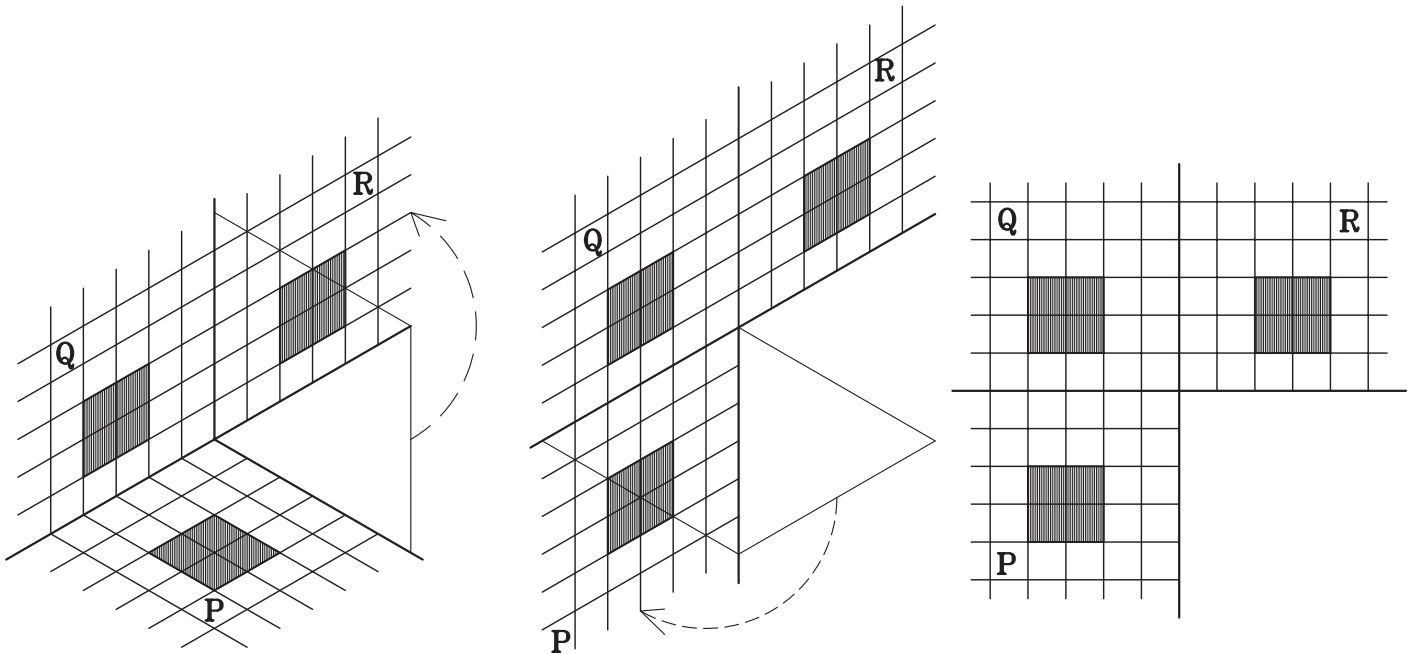


شکل ۶-۵



سه بعدی معرفی شده اند. برای نمایش تصاویر در یک دستگاه دو بعدی باید صفحات تصویر از هم جدا شوند (شکل ۶-۸).

مکعب مربع بر روی صفحات تصویر نیز رسم شده است. همان گونه که این شکل نشان می دهد، تصاویر دو بعدی در یک دستگاه



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.

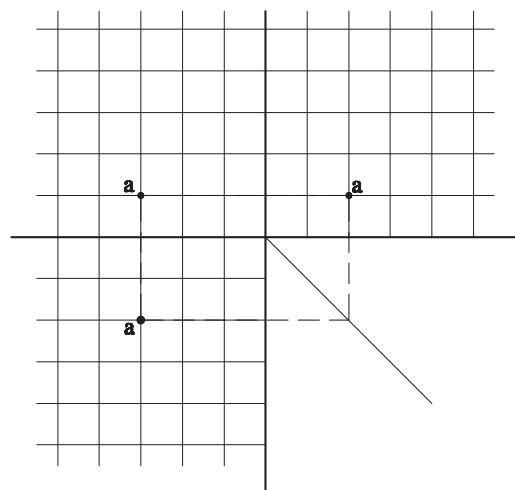
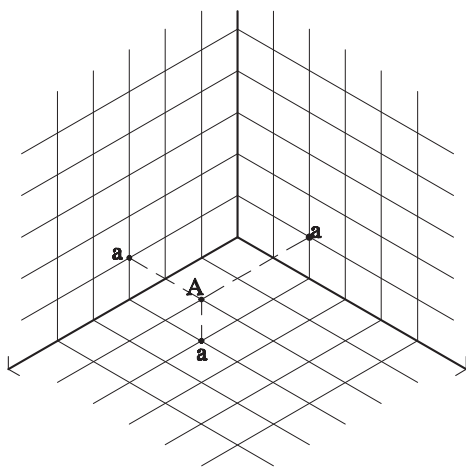
### تصویر نقطه

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

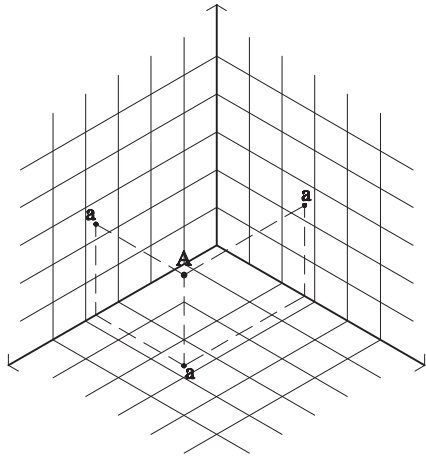
سه بعد طول، عرض و ارتفاع می باشد که با توجه به این سه بعد



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.

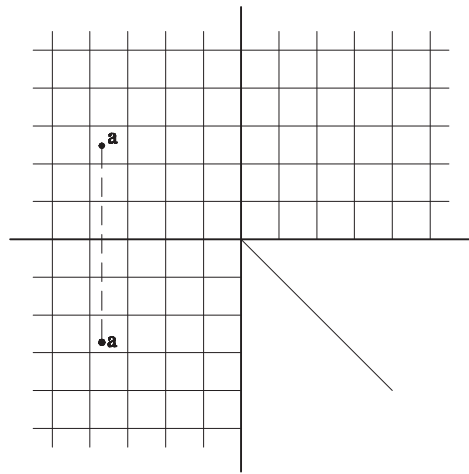
تمرین ۱: در شکل ۶-۱۰ تصاویر افقی و قائم نقطه A مشخص شده تصویر نیمرخ آن را پیدا کنید.



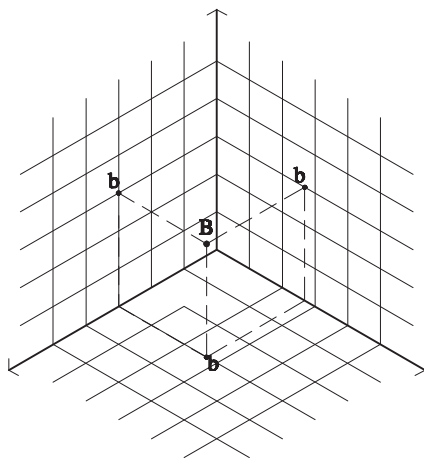
شکل ۶-۱۰

همان‌گونه که در مثال بالا نیز دیده می‌شود، در تصویر افقی، بعدها 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.

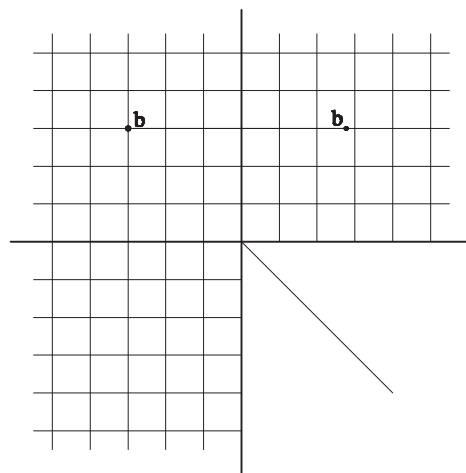
در تصویر قائم بعد طول مشخص نیست. فاصله تصویر نقطه از صفحه افق معرف ارتفاع و فاصله تصویر نقطه از صفحه نیمرخ معرف عرض است.



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



شکل ۶-۱۱



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

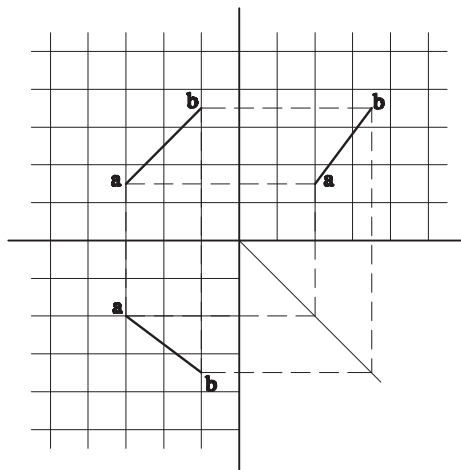
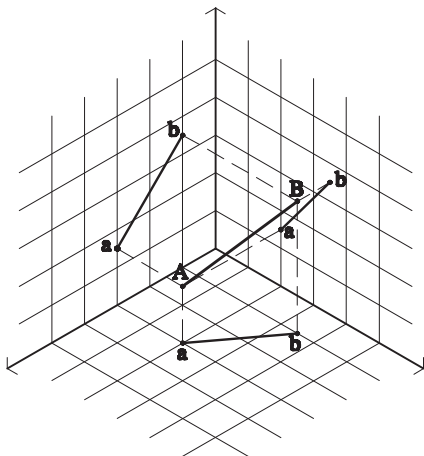
تمرین ۴: تصاویر دو بعدی نقطه  $O(0, 0, 0)$  را در دستگاه  
تصاویر دو بعدی رسم کنید.

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.

### تصویر خط

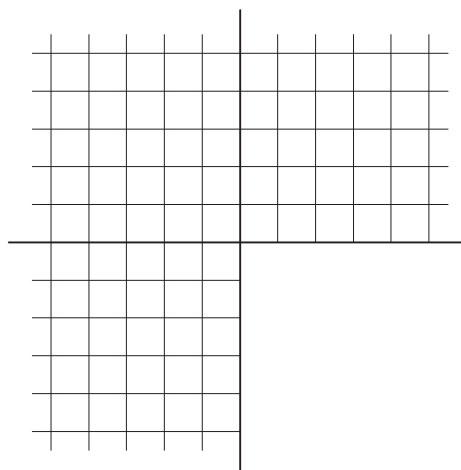
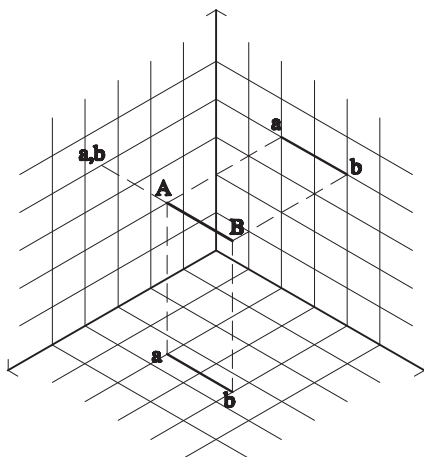
اگر بتوانیم تصویر یک نقطه را در صفحات تصویر ترسیم



شکل ۶-۱۲

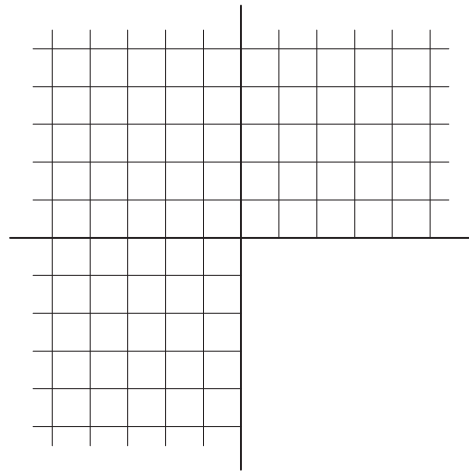
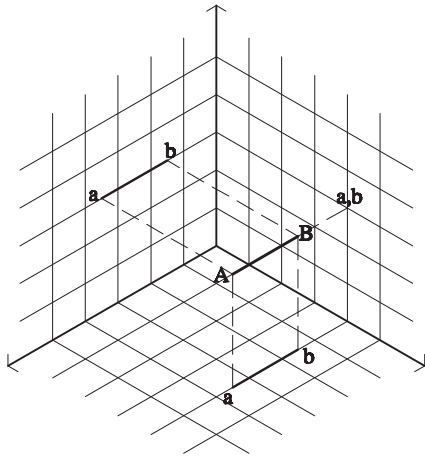
افق و نیم‌رخ هم، نقاط خط از صفحه قائم به یک فاصله‌اند.  
تمرین ۱: آیا می‌توانید تصاویر سه گانه خط  $AB$  را در  
شکل ۶-۱۳ ترسیم کنید؟

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

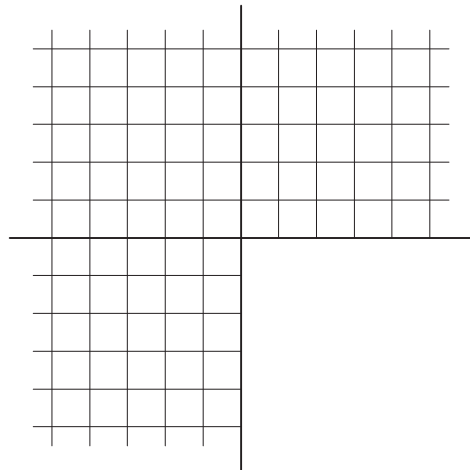
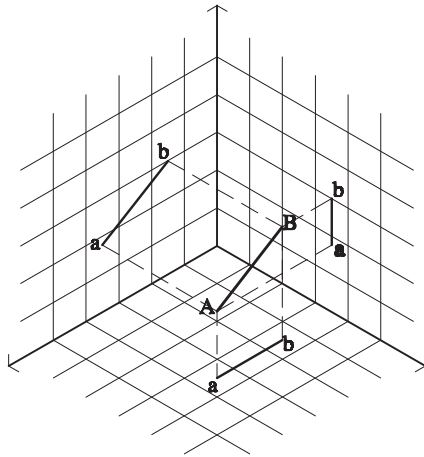


شکل ۶-۱۳

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

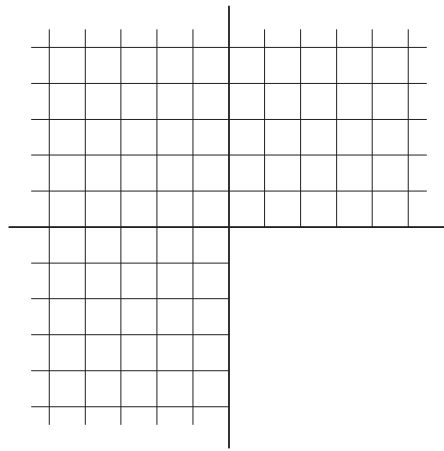
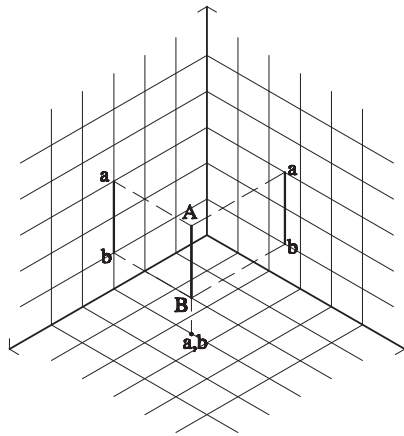
بعدی خط AB را ترسیم کنید.

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

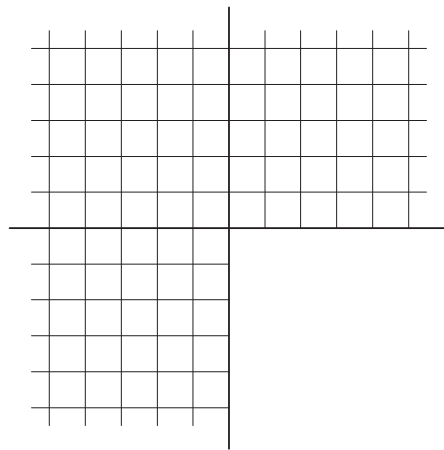
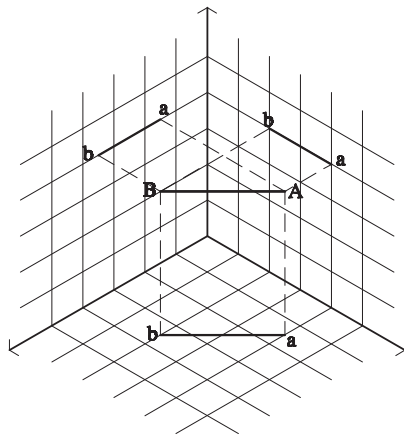
$C(1, 1, 1)$  و  $D(2, 2, 2)$

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

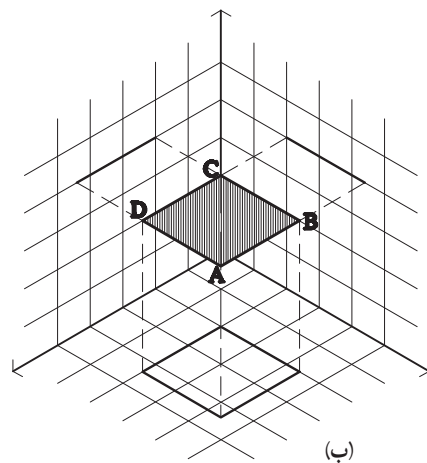


شکل ۶-۱۷

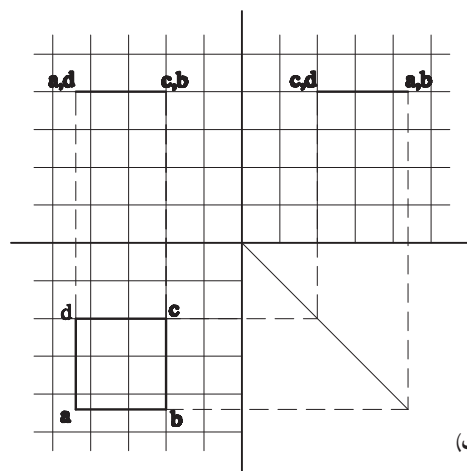
یک صفحه موازی با صفحه افق است که تصاویرش بر سه صفحه ترسیم شده است. مشاهده می‌کنید که تصویر این مربع در صفحه افق، مربعی مساوی مربع اصلی است و در دو صفحه قائم و نیم‌رخ به صورت یک خط دیده می‌شود.

### تصویر صفحات محدود شده

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



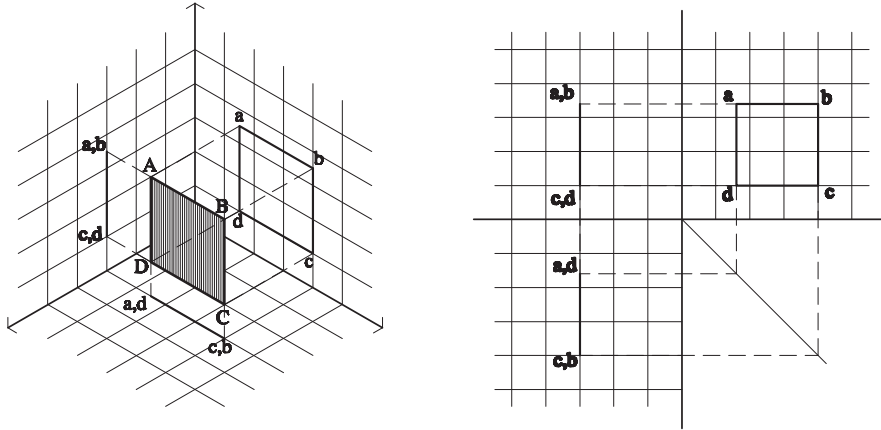
(ب)



(الف)

شکل ۶-۱۸

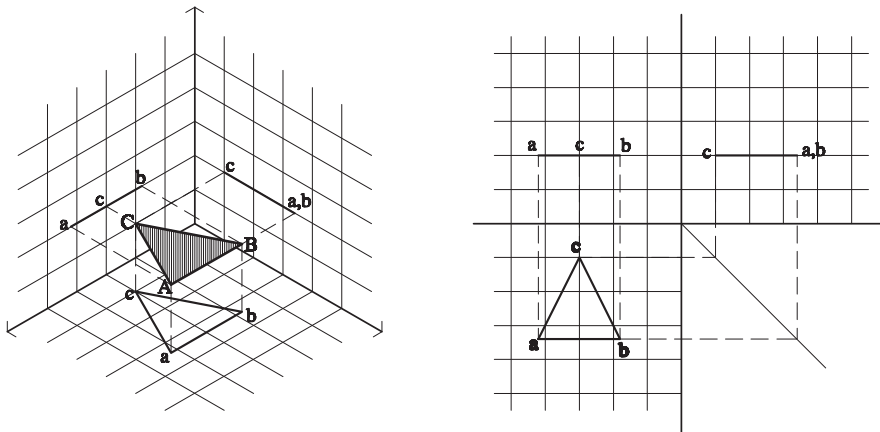
در شکل ۱۹-۶ یک مربع در حالتی که موازی با صفحه نیمرخ است، تصویر شده است.



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.

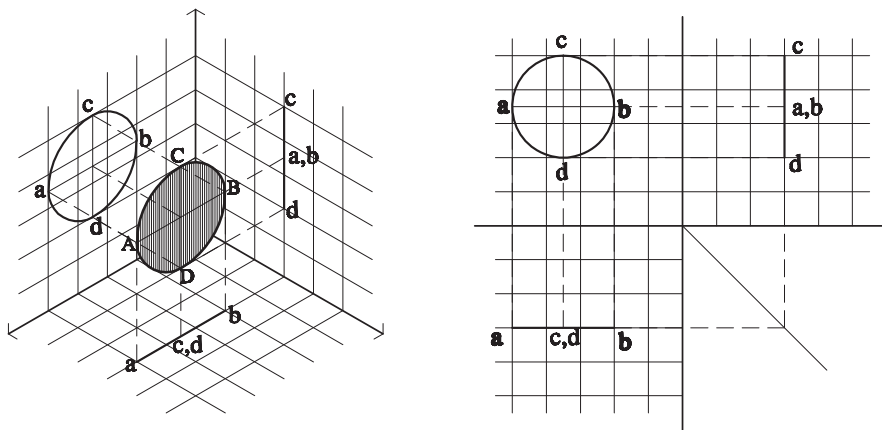
در شکل ۲۰-۶ تصویر یک مثلث موازی با افق ترسیم شده است.



شکل ۲۰-۶

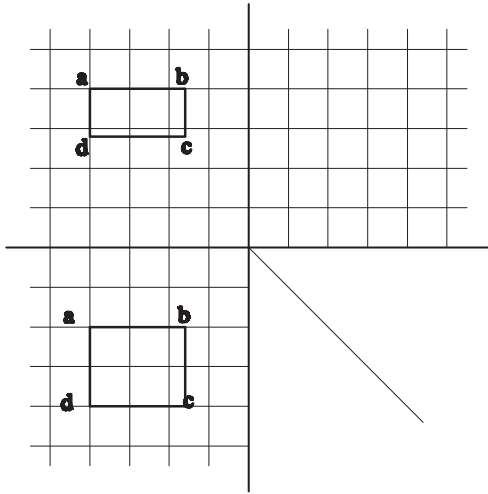
تمرین: آیا می‌توانید تصاویر مثلث‌هایی را ترسیم کنید که با صفحات قائم و نیمرخ موازی باشند؟

در شکل ۲۱-۶ تصاویر یک دایره بر صفحات تصویر ترسیم شده است.

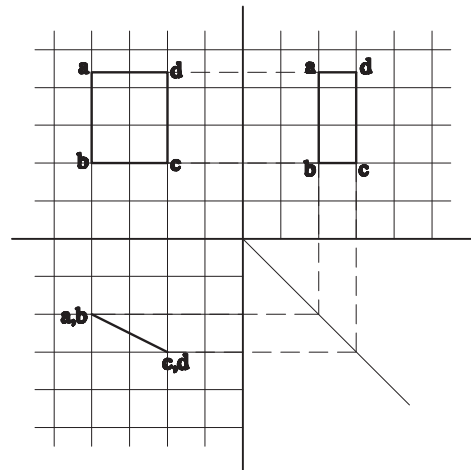


شکل ۲۱-۶

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

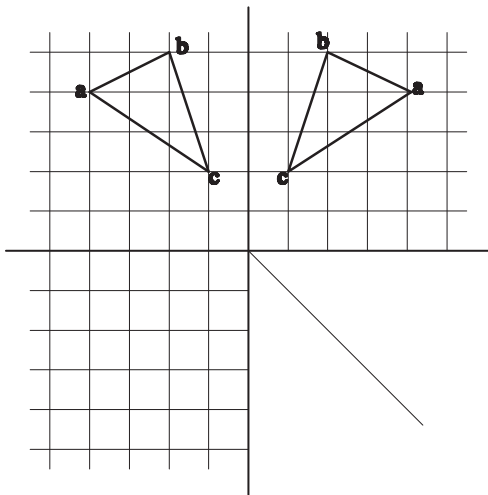


شکل ۶-۲۲

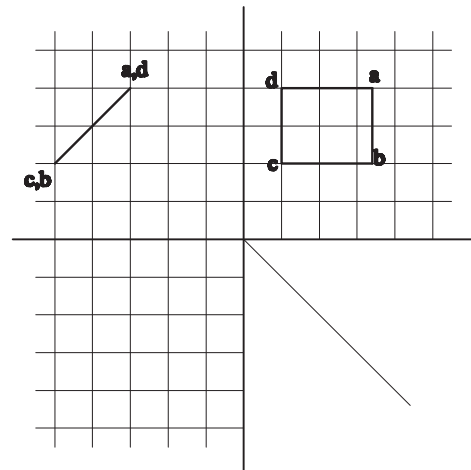
آیا می‌توانید تصویر سوم مثلث شکل ۶-۲۵ را ترسیم

کنید؟

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 ۶-۲۵



شکل ۶-۲۳

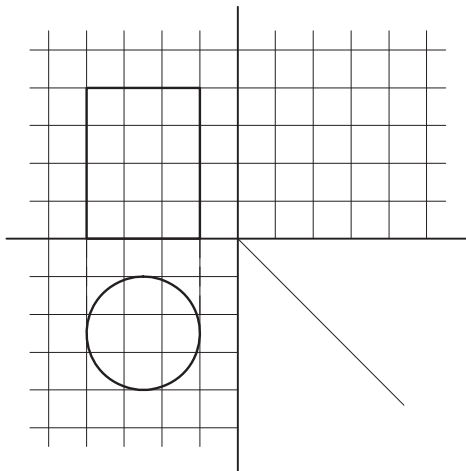
## تصویر احجام ساده

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.

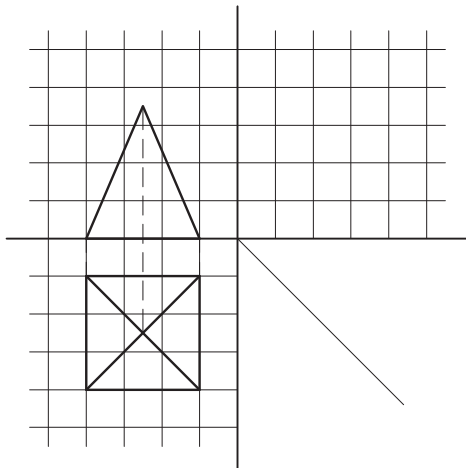
مکعب: تصاویر افقی، قائم و جانب مکعب، یک مربع می‌باشد. شکل ۶-۲۶ این تصاویر را نمایش می‌دهد.



شکل ۶-۲۷

هرم: در شکل ۶-۲۸ تصاویر دو بعدی هرم مربع‌القاعده

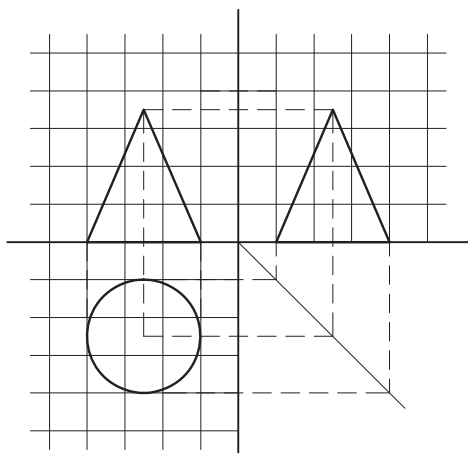
ترسیم شده است. آیا می‌توانید تصویر سوم آن را رسم کنید؟



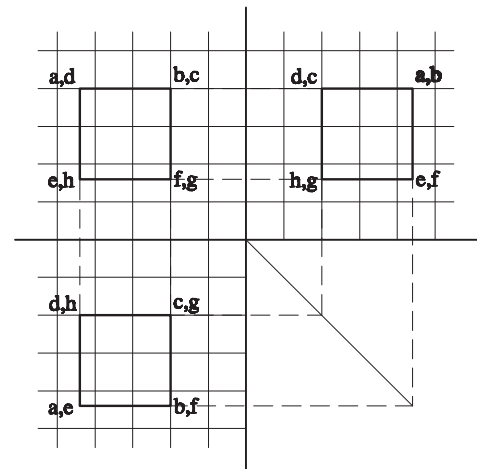
شکل ۶-۲۸

مخروط: در شکل ۶-۲۹ تصاویر دو بعدی مخروط

ترسیم شده است.



شکل ۶-۲۹



شکل ۶-۲۶

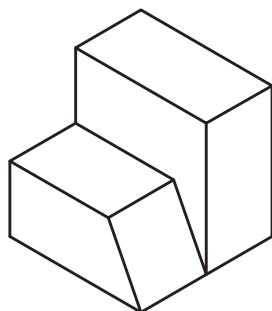
تصویر افقی مکعب، یک صفحه افقی (موازی با صفحه افق) است که توسط چهار خط محدود شده است. تصویر قائم آن نیز یک صفحه موازی با صفحه قائم و تصویر جانب آن نیز یک صفحه موازی با صفحه جانب است که هر کدام توسط چهار خط محدود شده است.

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



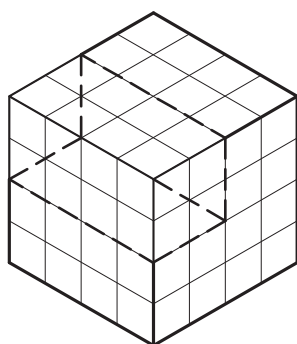
## تمرین

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.



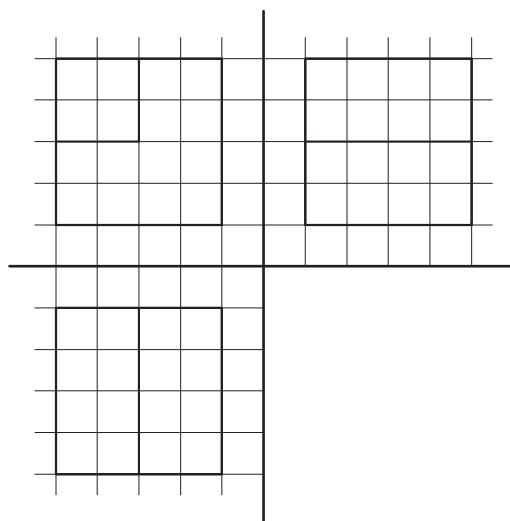
شکل ۳۱-۶

۱- تصاویر دو بعدی هرم مثلث القاعده‌ای را رسم کنید که طول هر ضلع قاعده آن ۶ واحد و ارتفاع هرم ۱۰ واحد باشد.

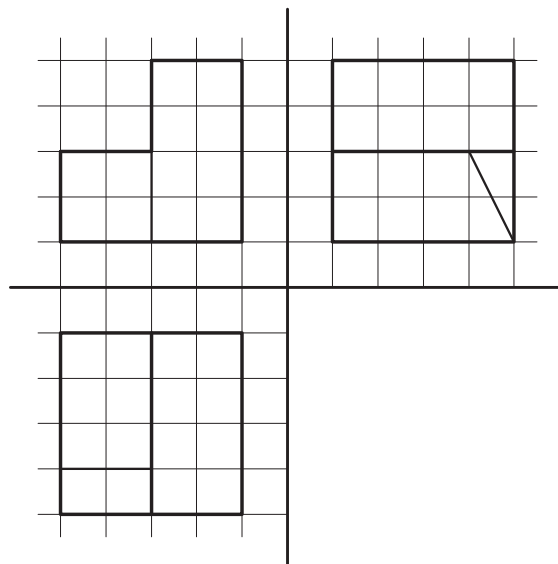
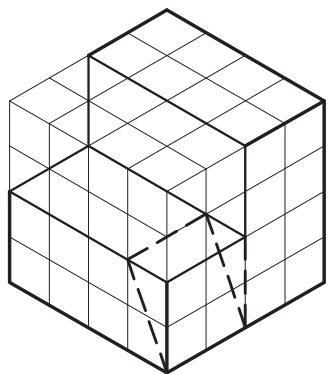
۲- تصاویر دو بعدی کره‌ای را رسم کنید که شعاع آن ۴ واحد باشد.

## ترسیم تصاویر دو بعدی اجسام ترکیبی

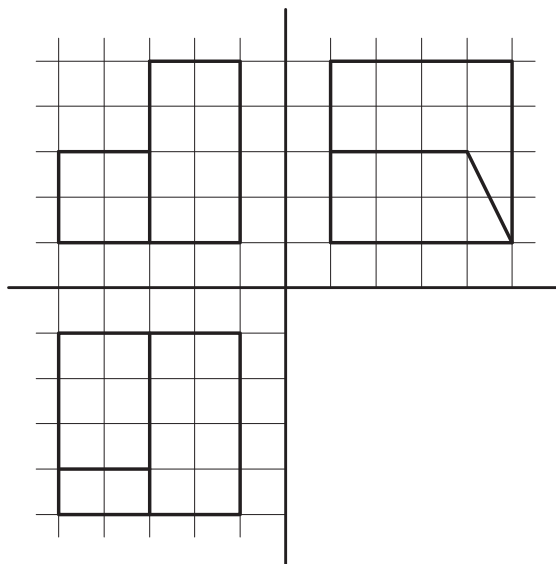
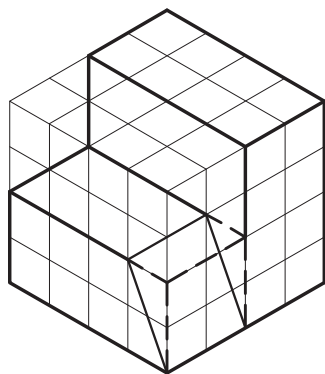
روش اول: اجسام معمولاً ترکیبی از اجسام ساده هستند. برای ترسیم تصاویر دو بعدی اجسام مرکب، می‌توان با محاط کردن حجم مرکب در یک حجم ساده و تصور یک کلیت ساده برای آن، ابتدا تصویر آن کلیت ساده را رسم نمود. سپس با توجه به رابطه بین حجم ساده و حجم مرکب به تکمیل تصویر رسم شده پرداخت. به عبارت دیگر باید به این 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.

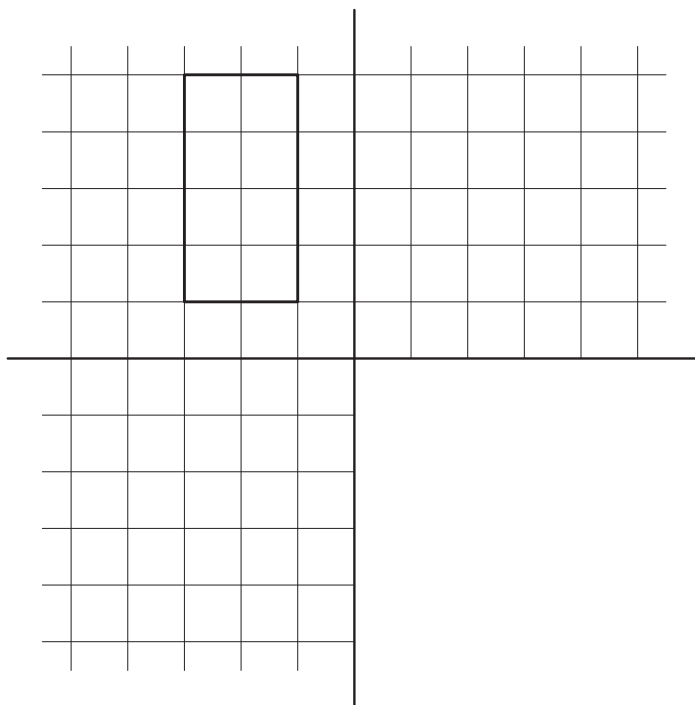
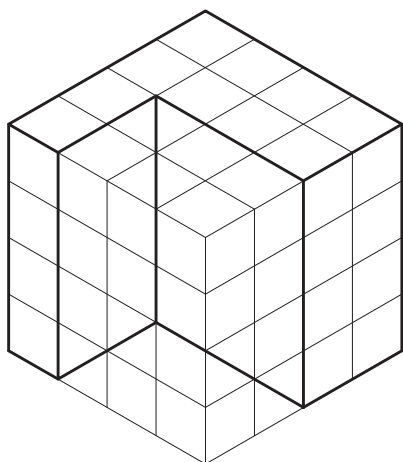


شکل ۶-۳۲

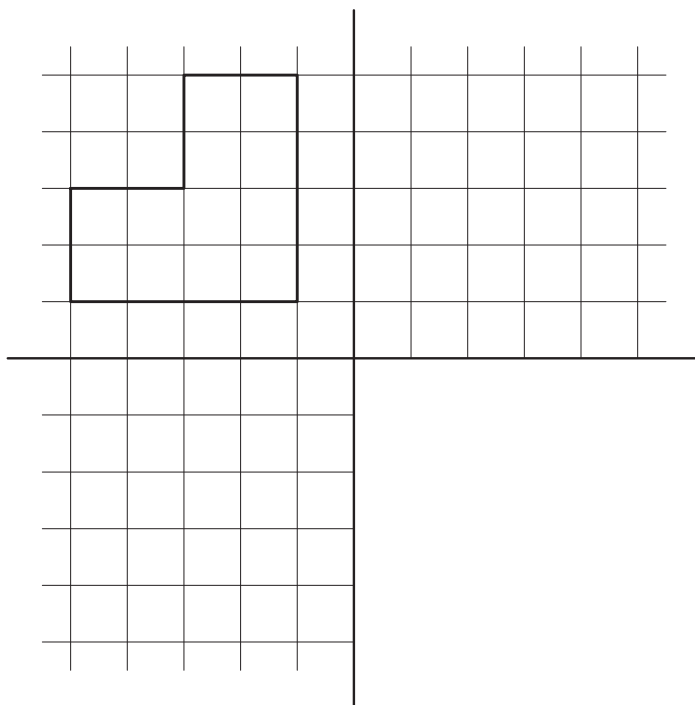
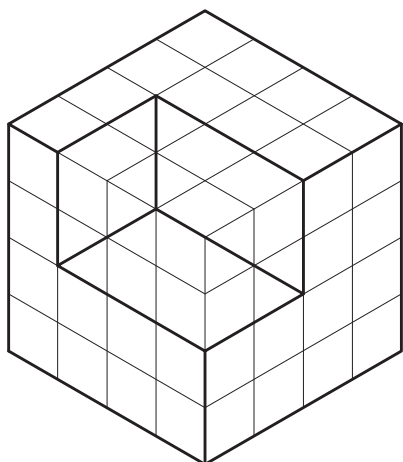


شکل ۶-۳۳

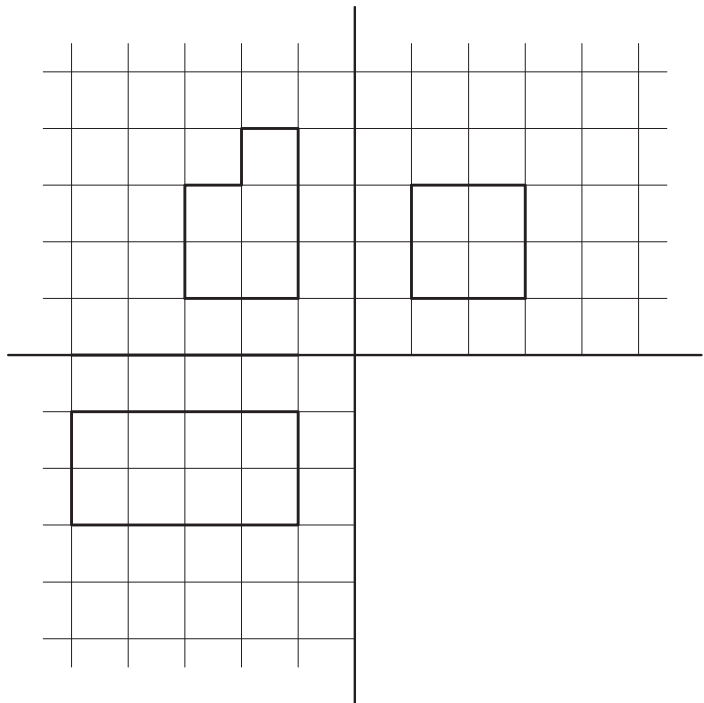
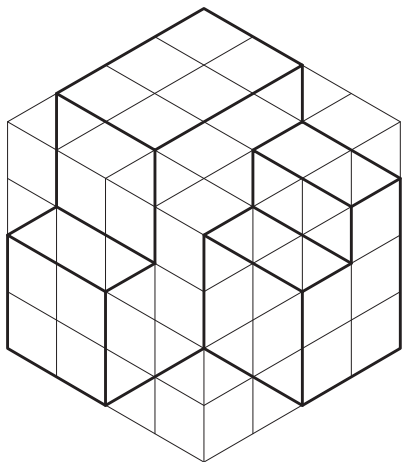
تمرین : در شکل های زیر سه تصویر احجام داده شده ناقص ترسیم شده است آنها را کامل کنید.



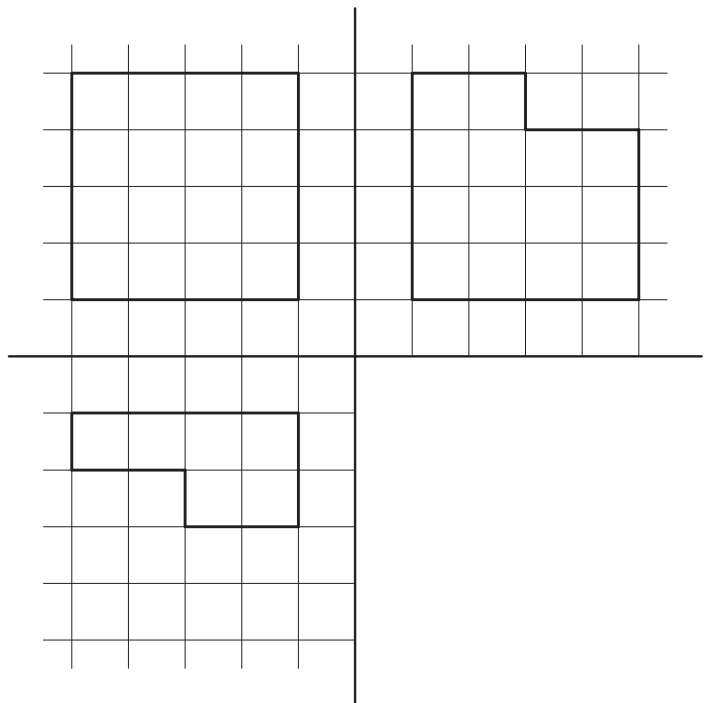
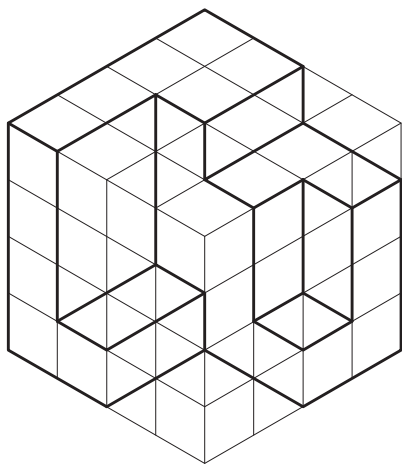
شکل ۶-۳۴



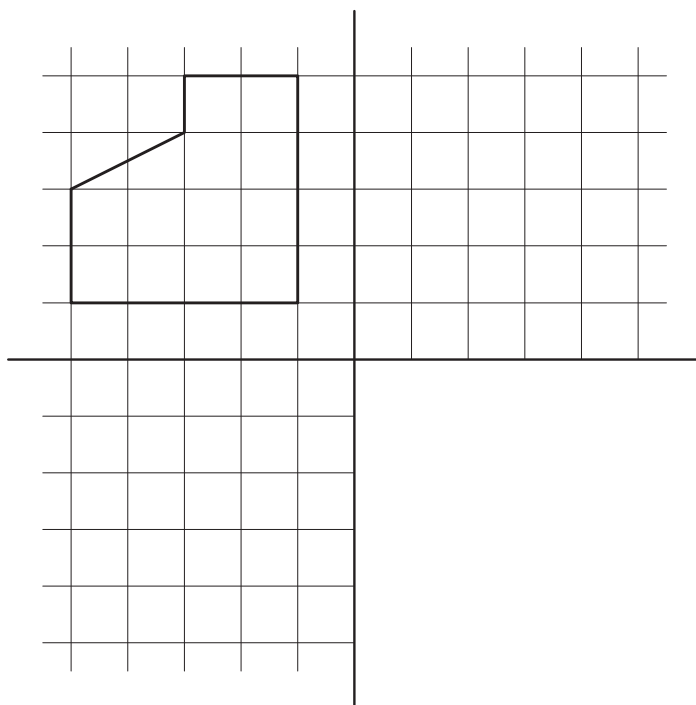
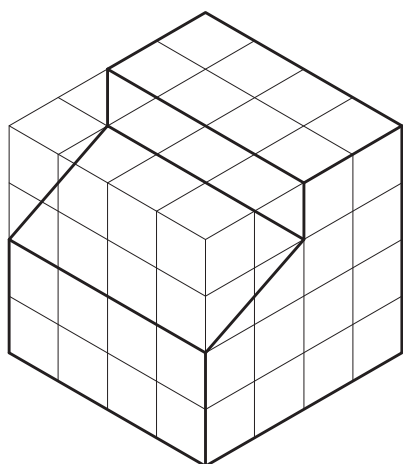
شکل ۶-۳۵



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

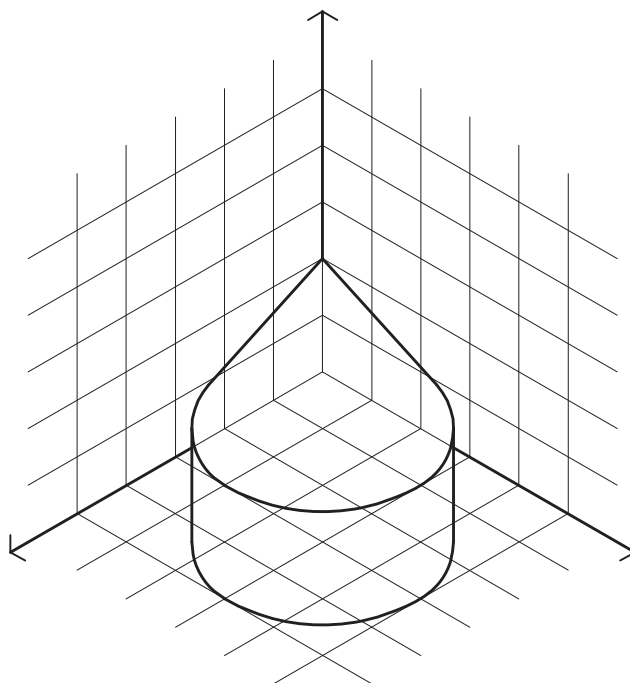
ساده مخروط و استوانه تشکیل شده است و می توان آن را طبق

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

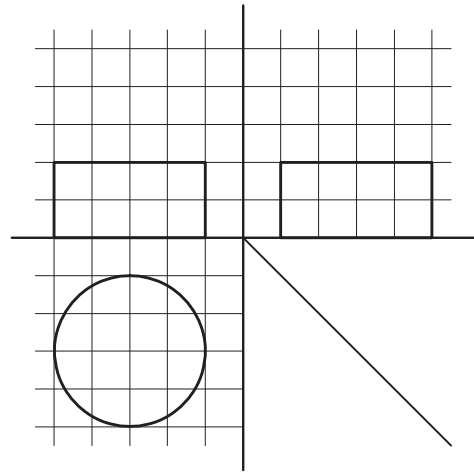
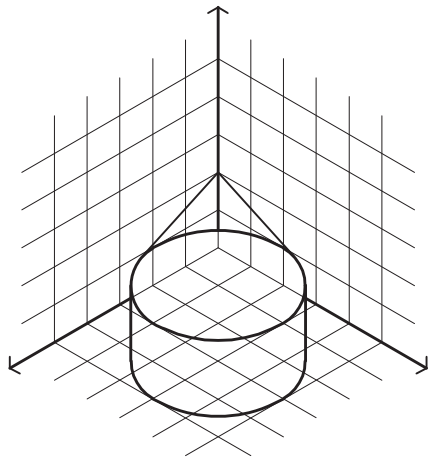
روش دوم: می توان احجام مرکب را به احجام ساده

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

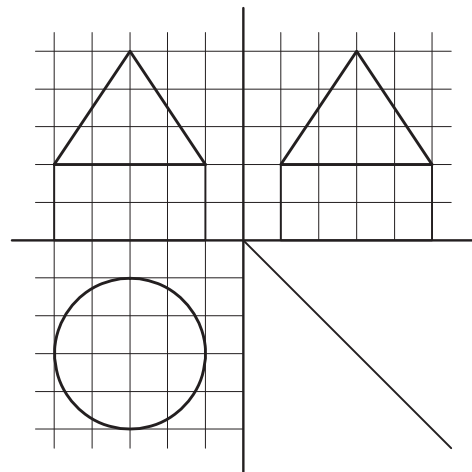
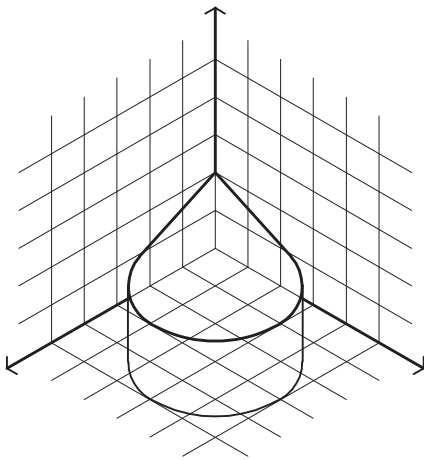
حجم مرکب را رسم نمود.



شکل ۶-۳۹

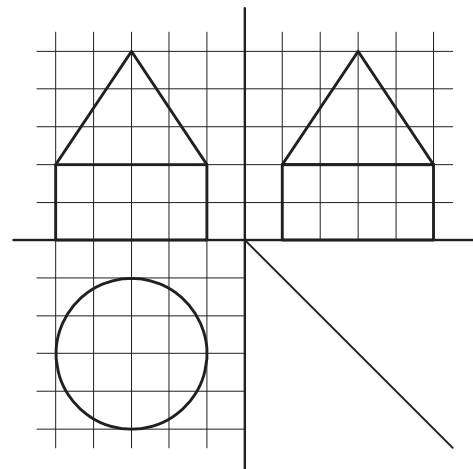
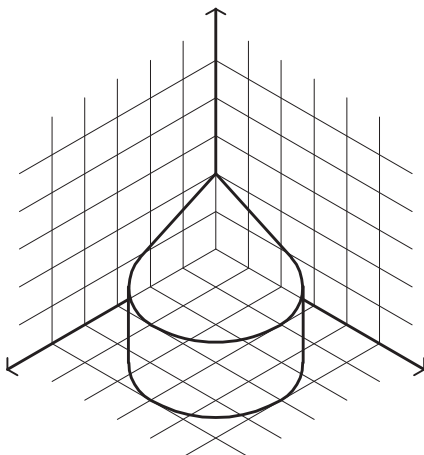


شکل ۶-۴۰



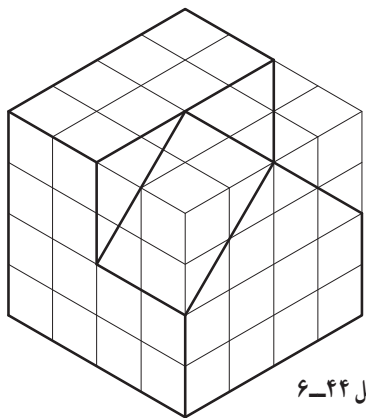
شکل ۶-۴۱

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

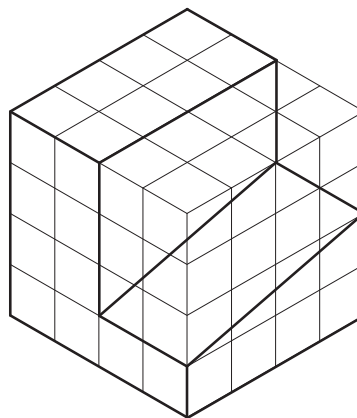


شکل ۶-۴۲

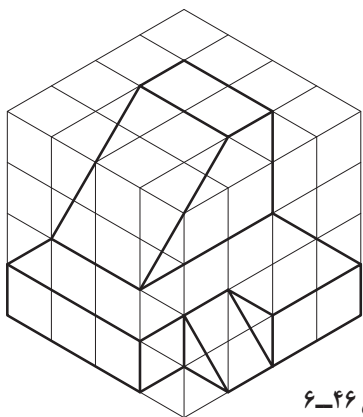
تمرین منزل : تصاویر دو بعدی احجام معرفی شده در شکل‌های ۶-۵۱ تا ۶-۵۸ را رسم کنید.



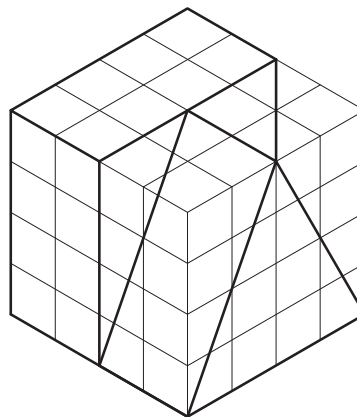
شکل ۶-۴۴



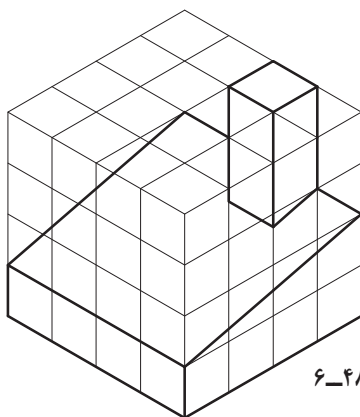
شکل ۶-۴۳



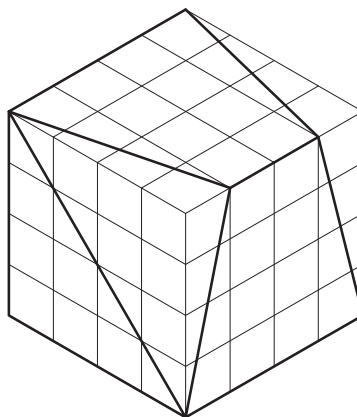
شکل ۶-۴۶



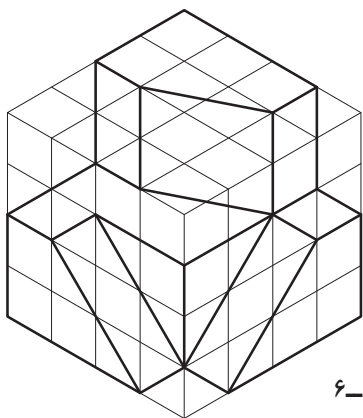
شکل ۶-۴۵



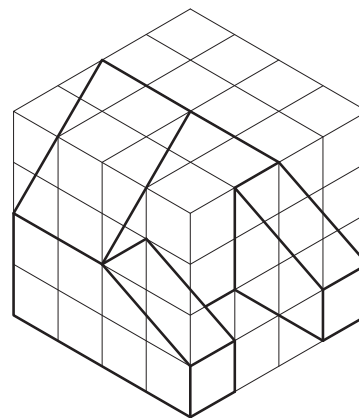
شکل ۶-۴۸



شکل ۶-۴۷



شکل ۶-۵۰

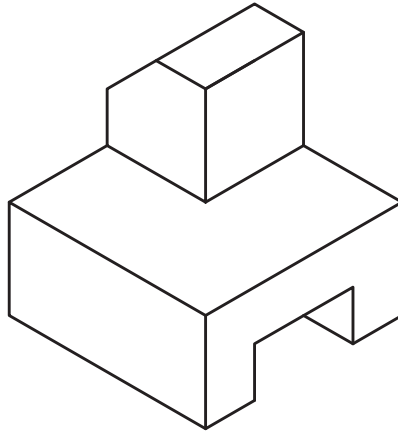


شکل ۶-۴۹

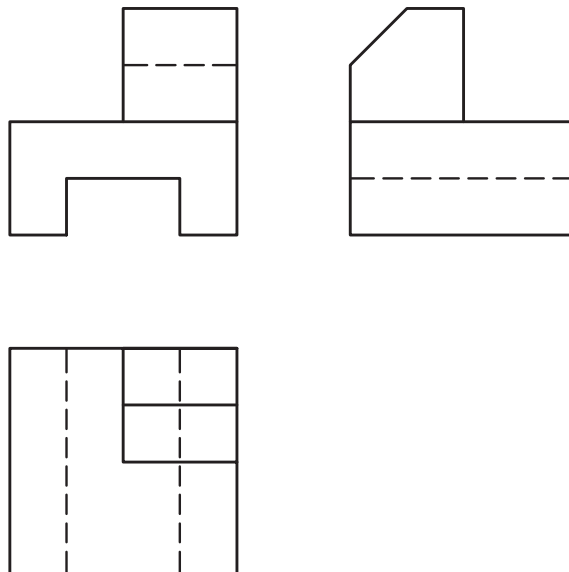
## رسم تصویر قسمت‌های نامرئی جسم

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 ۶-۴۹ تصویر سه بعدی یک جسم و در شکل



شکل ۶-۵۱

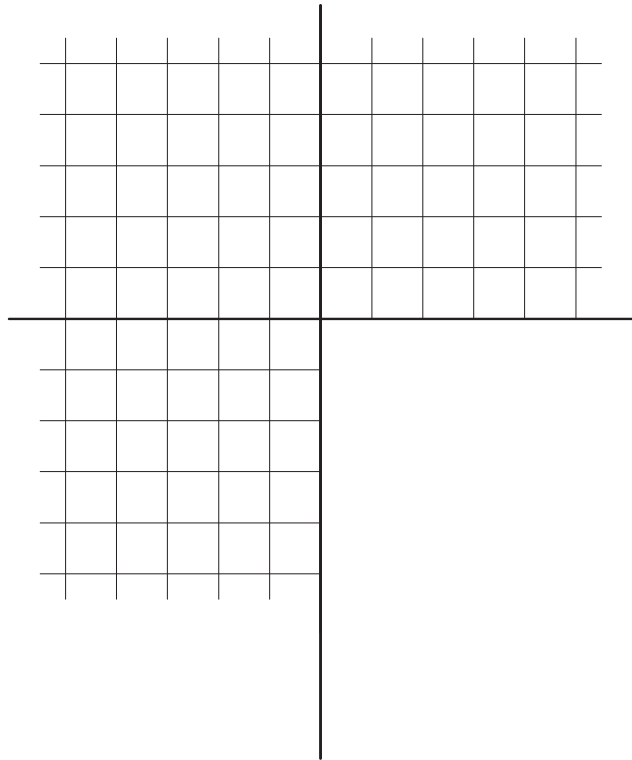
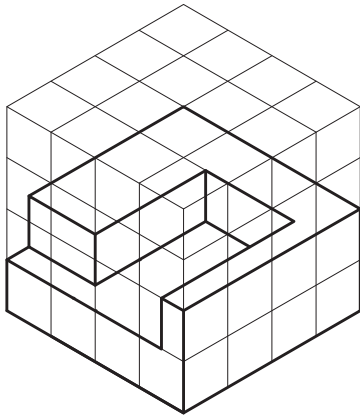


شکل ۶-۵۲

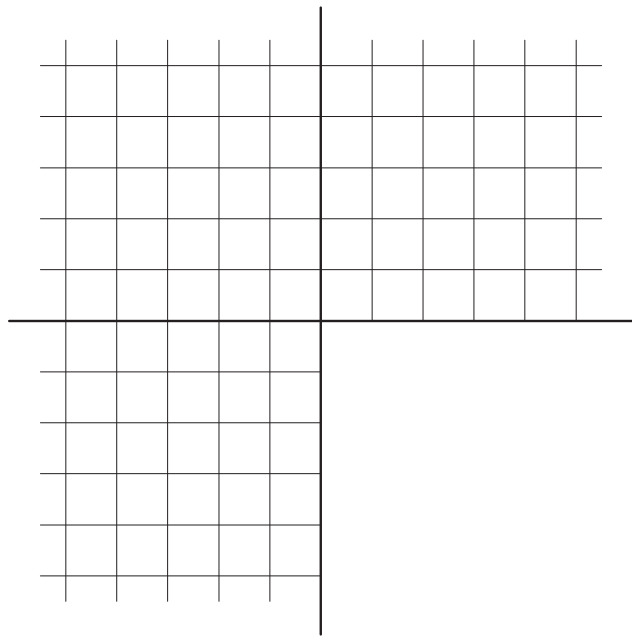
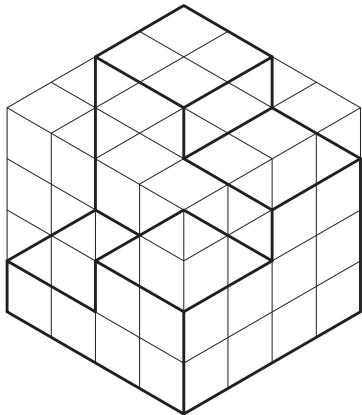
۶-۵۰ سه تصویر از آن جسم، رسم شده است. در این سه تصویر، قسمت‌های نامرئی برای ناظر در هر تصویر، خط‌چین رسم شده است. لازم به توضیح است که، چون عمقی برای شیار زیر جسم مشخص نشده است، لذا آن شیار سرتاسری در نظر گرفته می‌شود. اگر شیار یا سوراخی سرتاسری نباشد، در تصویر عمق آن مشخص می‌شود.



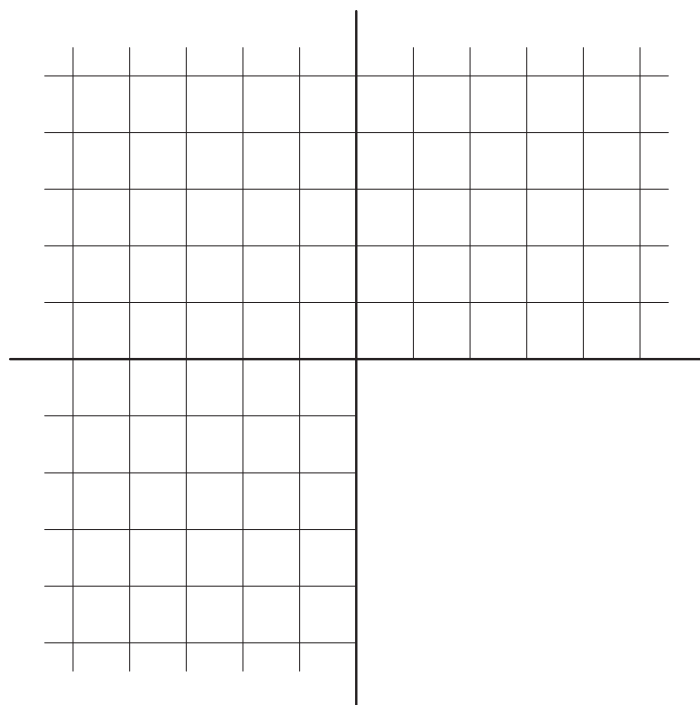
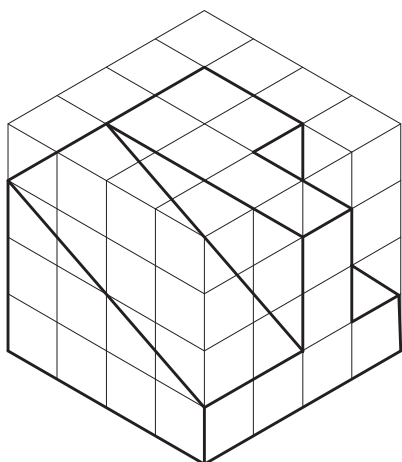
تمرین : در شکل های زیر سه تصویر احجام داده شده را ترسیم کنید.



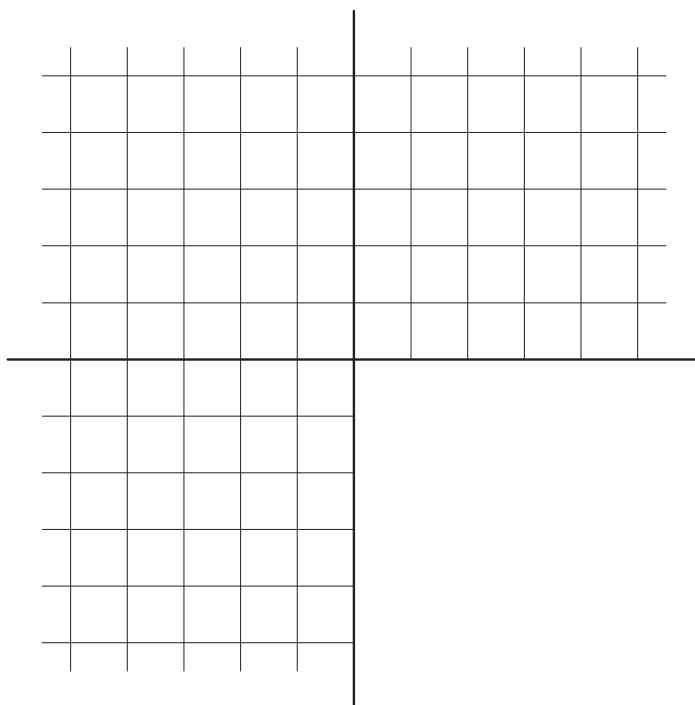
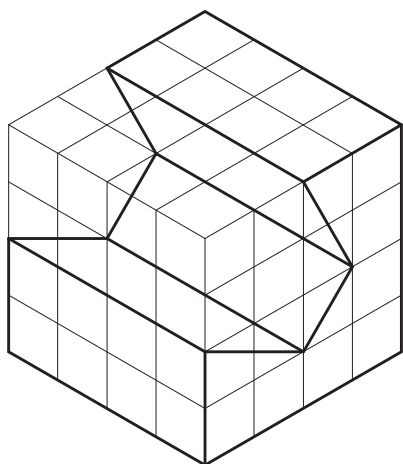
شکل ۶-۵۳



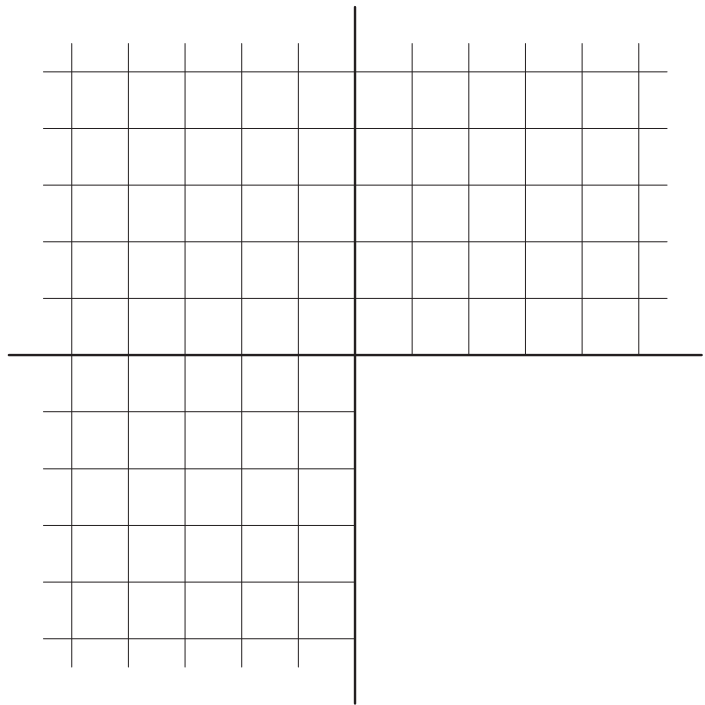
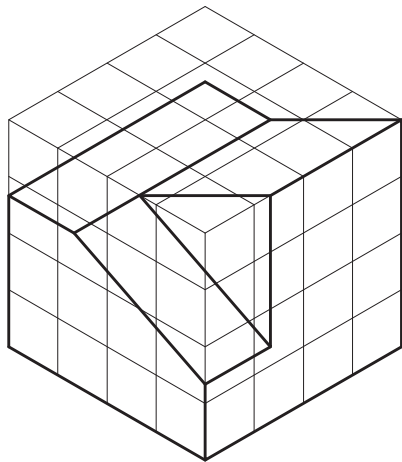
شکل ۶-۵۴



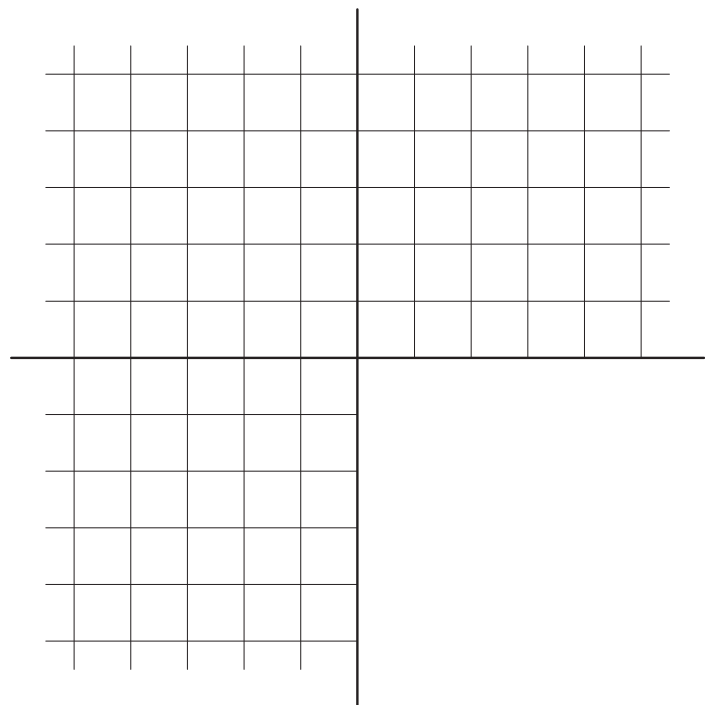
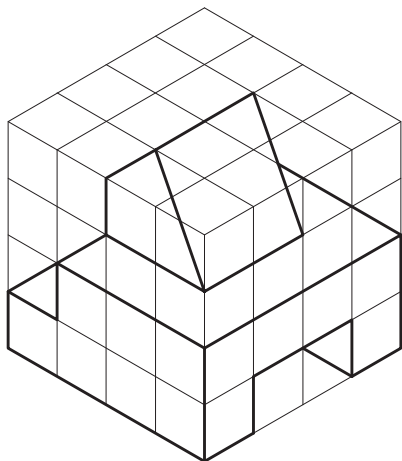
شکل ۶-۵۵



شکل ۶-۵۶

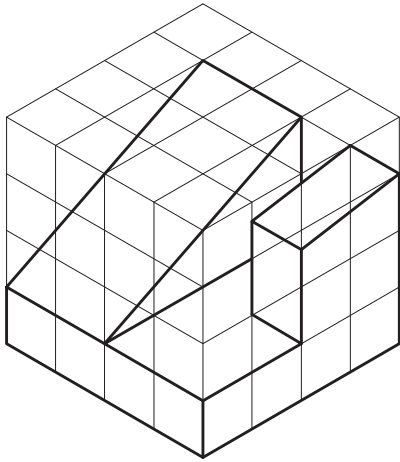


شکل ۶-۵۷

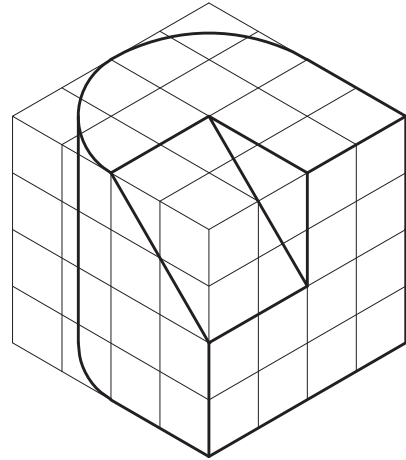


شکل ۶-۵۸

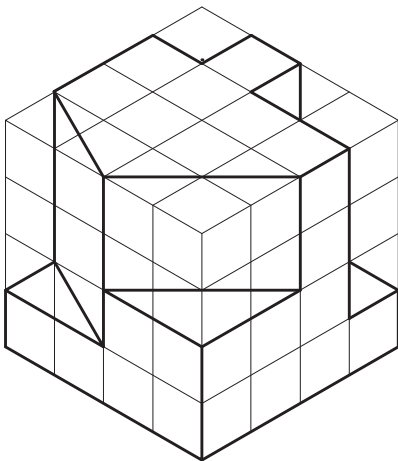
تمرین منزل : تصاویر دو بعدی احجام معرفی شده را در  
شکل های ۶-۵۹ تا ۶-۷۰ رسم کنید.



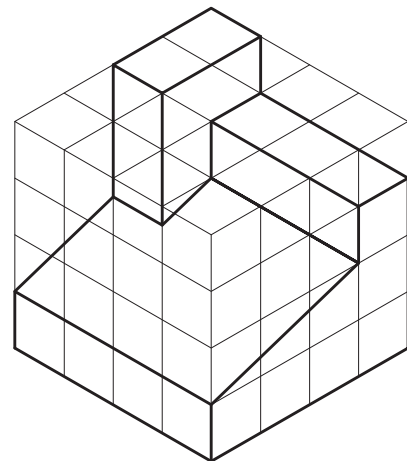
شکل ۶-۶۰



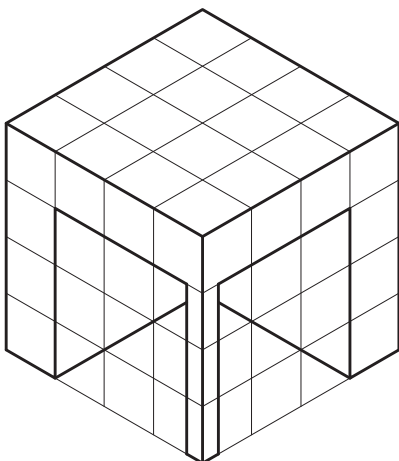
شکل ۶-۵۹



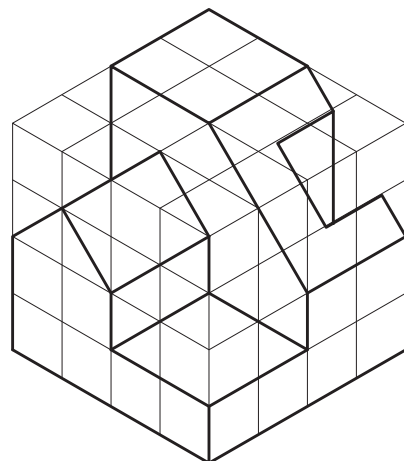
شکل ۶-۶۲



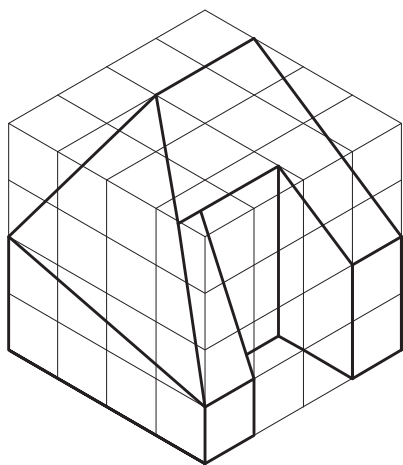
شکل ۶-۶۱



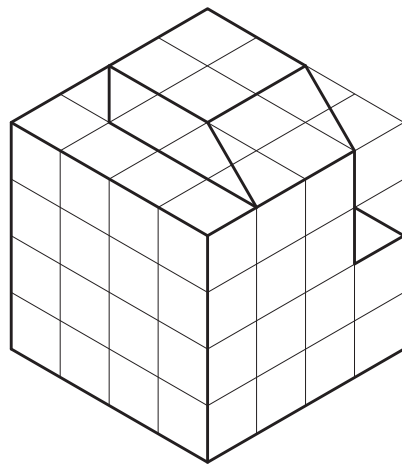
شکل ۶-۶۴



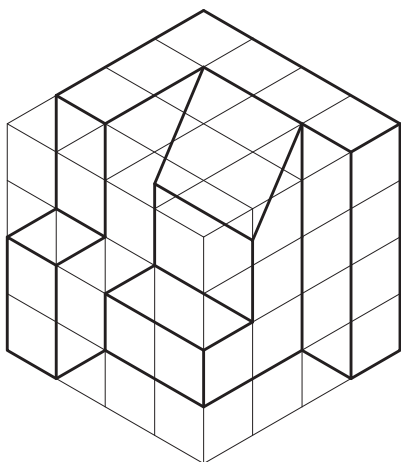
شکل ۶-۶۳



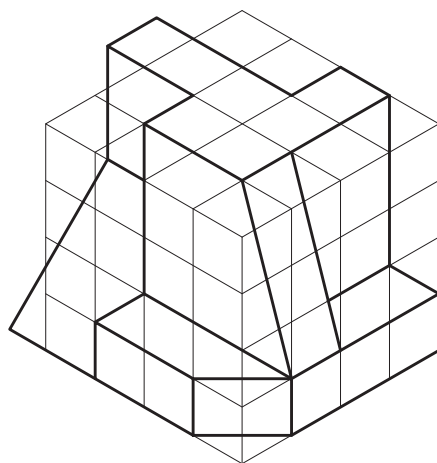
شکل ۶-۶۶



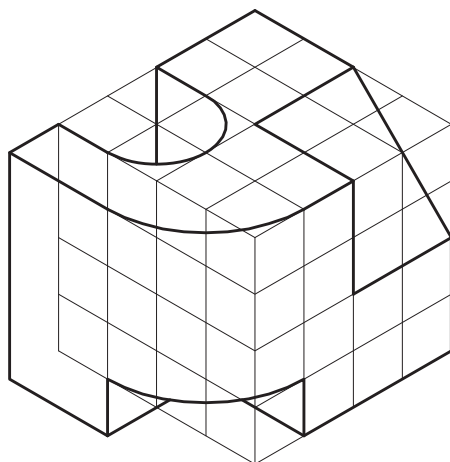
شکل ۶-۶۵



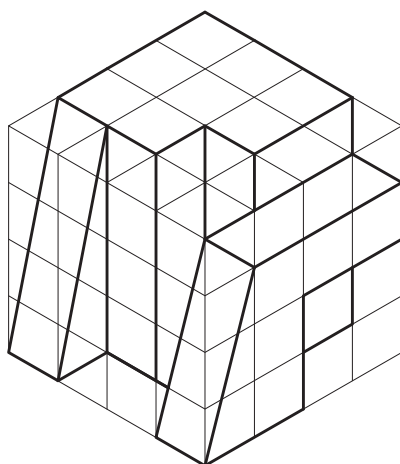
شکل ۶-۶۸



شکل ۶-۶۷



شکل ۶-۷۰



شکل ۶-۶۹

### برش

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

- تصاویر برش احجام توپر را ترسیم نماید.
- تصاویر برش احجام توخالی را ترسیم کند.

ساده به‌دست می‌آیند مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخشی از حجمی که با یک صفحه فرضی برش می‌خورد، با صفحه مذکور تماس پیدا می‌کند. سطح تماس حجم و صفحه در واقع فصل مشترک آنها است.

درک فصل مشترک و ترسیم صحیح آن مهم‌ترین موضوع در برش احجام است. اگر چه برش‌ها معمولاً برای احجام توخالی کاربرد دارند، اما به منظور درک بهتر نحوه ترسیم برش، ابتدا تصاویر برش خورده احجام توپر در قالب چند مثال بیان می‌شود تا شیوه ترسیم فصل مشترک احجام و صفحات بهتر درک شود؛ سپس با قائل شدن ضخامت برای جداره احجام به بیان ترسیم برش از احجام توخالی پرداخته می‌شود.

احجام معماری احجامی توخالی هستند و اطلاعات درون آنها شاید بسیار بیشتر از بیرون آنها باشد. همچنین بسیاری از قطعات صنعتی نیز احجام توخالی‌اند و ارائه اطلاعات از وضعیت داخل آنها به مخاطب بسیار مهم است.

در ترسیم فنی روشی که برای ارائه اطلاعات درون احجام ابداع شده است، برش احجام با یک صفحه مستوی فرضی است. بدین ترتیب که با تقاطع احجام و بناها با صفحات فرضی و برداشتن یکی از دو قسمت حجم (حاصل از برش) می‌توان فضای داخلی را مشاهده نمود. از میان صفحات مختلف، صفحات افقی و قائم بیشترین کاربرد را در برش احجام دارا می‌باشند و برای معرفی فضای داخلی عموماً از این صفحات استفاده می‌شود. صفحات شیب‌دار، بیشتر برای به‌دست دادن تصاویر احجامی که از احجام

## ضخامت خط‌ها در ترسیم فنی

خط‌های رابط یا خط‌های مجازی در حدود  $0/1$  تا  $0/2$  و خط‌های برش خورده در حدود  $0/5$  تا  $0/6$

### برش احجام توپر

#### تقاطع احجام با صفحه افقی

مثال ۱: در شکل ۱-۷ مکعب مربع توسط یک صفحه افقی قطع شده است. سطح برش خورده یک مربع، همانند وجوه بالا و پایین مکعب، خواهد بود.

نکته اول: برای ترسیم فصل مشترک احجام با صفحات، ابتدا باید تصویری یافت که در آن، صفحه برش به صورت یک خط دیده شود. سپس با توجه به رابطه بین تصاویر دو بعدی، محل تلاقی را بر روی تصاویر دیگر منتقل نمود.

نکته دوم: برای ترسیم تصویر فصل مشترک صفحات با چند وجهی‌ها می‌توان فصل مشترک صفحه مورد نظر را با هر کدام از وجوه حجم ترسیم نمود. سپس با ترکیب فصل مشترک‌های حاصله، فصل مشترک حجم را با صفحه مورد نظر به دست آورد.

اگر محل برخورد صفحه برش با مکعب را ABCD بنامیم و با خطوط رابط، نقاط را به تصویر افقی منتقل کنیم سطح برش خورده مشخص می‌شود.

پیش از پرداختن به مبحث برش احجام لازم است درباره ضخامت خط‌ها در ترسیم فنی توضیحی داده شود. در ترسیم فنی برای بیان فنی یک شکل، خط‌های مختلفی ترسیم می‌شود که هر یک جایگاه و معنای خاص خود را دارد. همچنانکه در فصل قبل دیدید در ترسیم سه نما در صفحات تصویر خط‌های زیر وجود دارد:

خط‌های محور با فصل مشترک صفحات تصویر

خط‌های نمای حجم در سه تصویر

خط‌های مخفی که، در پرده اول تصویر و مقابل ناظر دیده

نمی‌شوند. (خط چین)

خط‌های رابط که خط‌های مجازی هستند و ارتباط بین

سه تصویر را مشخص می‌کنند.

علاوه بر اینها با برش احجام خط‌هایی که با صفحه برش

برخورد می‌کنند نیز وجود دارند. (خط‌های برش خورده)

ضخامت هر یک از این خط‌ها بسته به اندازه شکل ترسیم

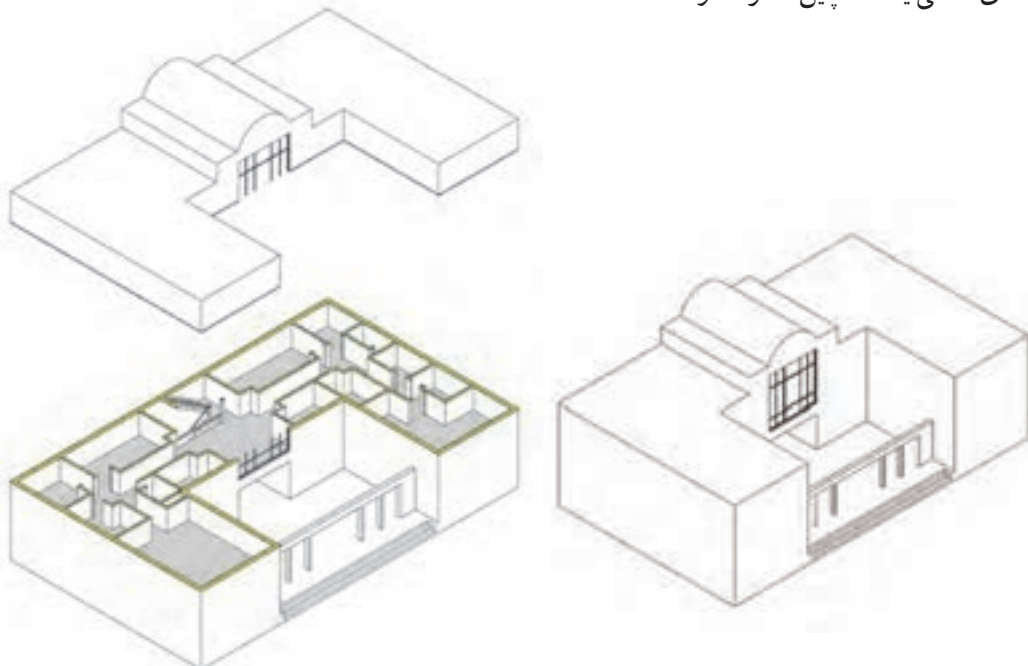
شده دارد. اما رعایت تناسب زیر در ضخامت این خط‌ها لازمه

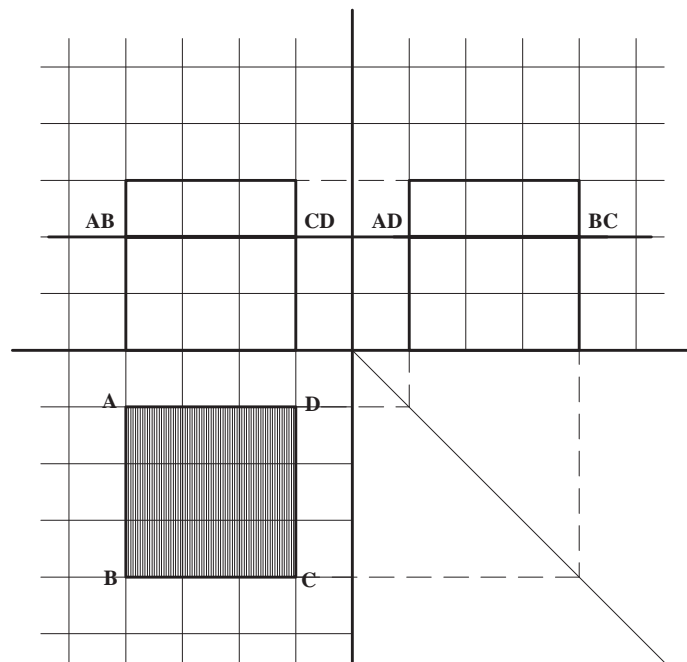
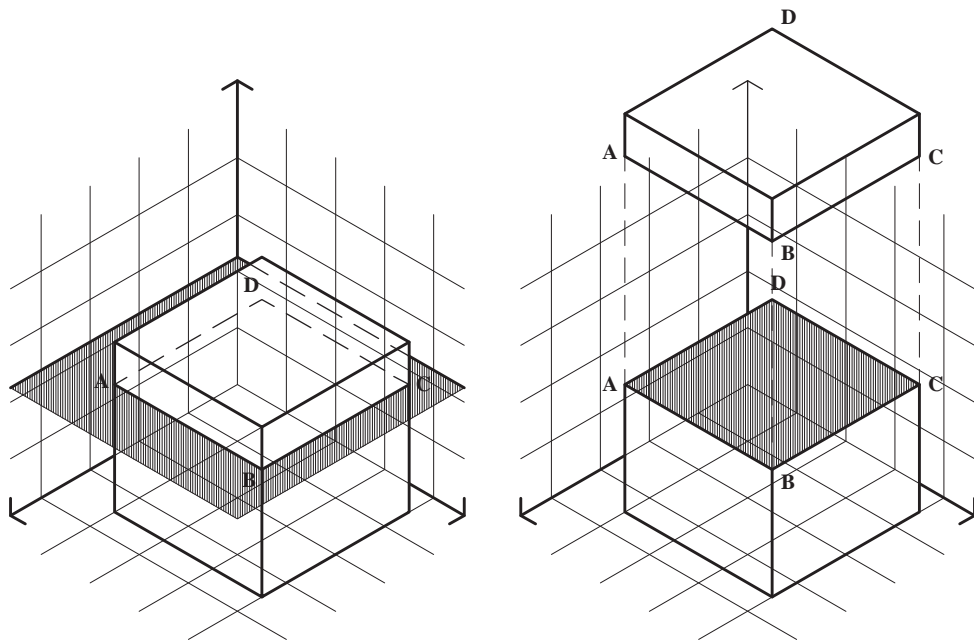
بیان واضح و گویای تصاویر است.

خط‌های محور و خط‌های نمای احجام با ضخامت متوسط

و در حدود  $0/3$  تا  $0/4$

خط‌های مخفی یا خط چین‌ها در حدود  $0/2$  تا  $0/3$

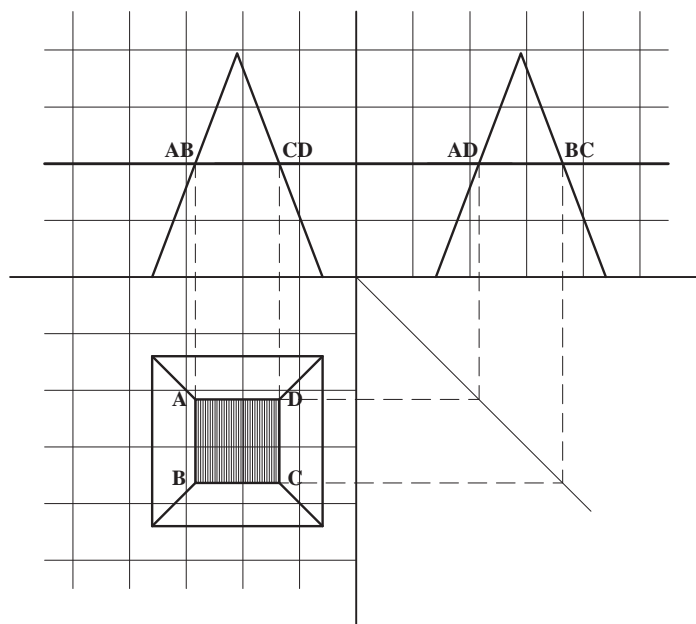
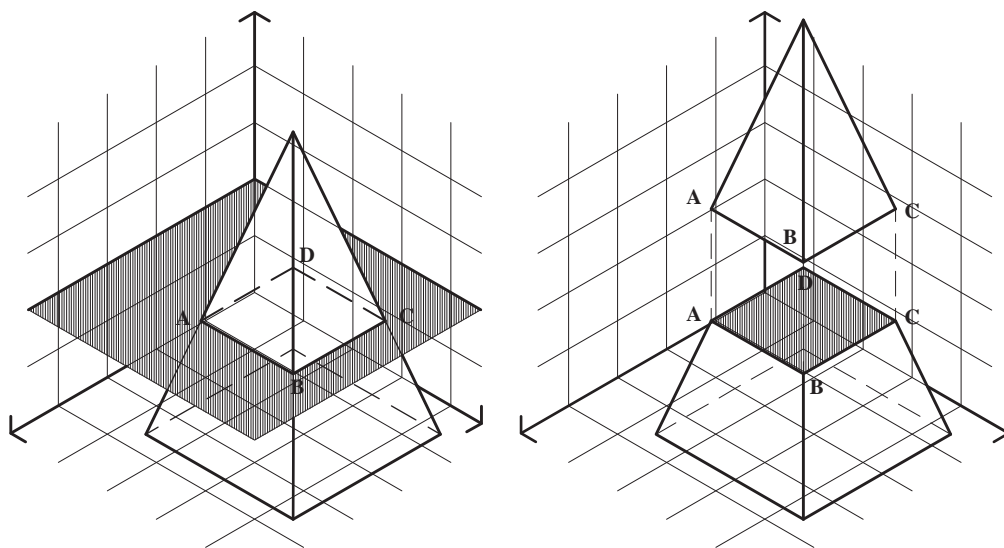




شکل ۱-۷



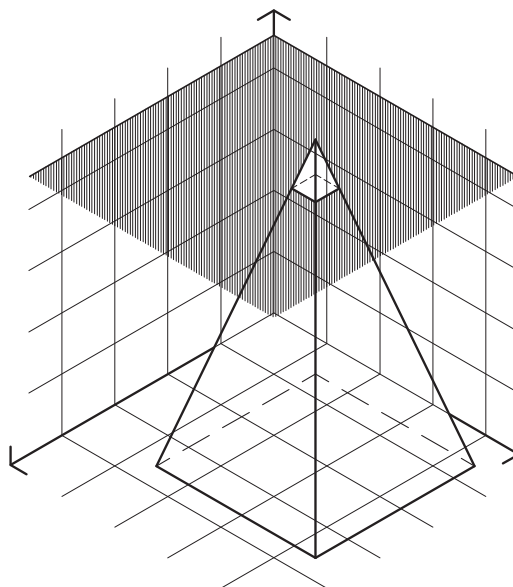
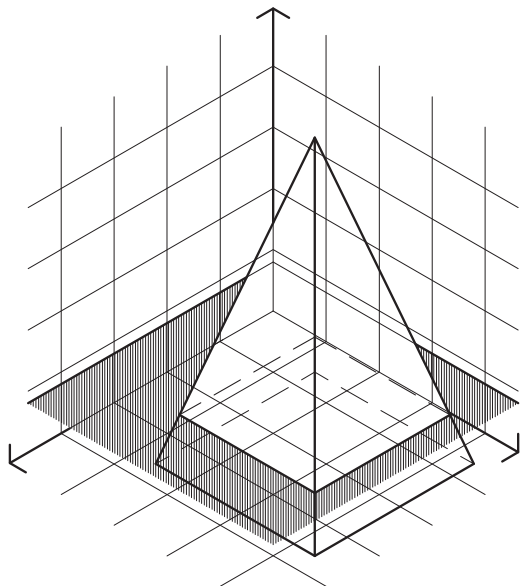
مثال ۲ : طبق شکل ۷-۲ هرم مربع القاعده توسط صفحه افقی برش خورده است. فصل مشترک هرم و صفحه افقی با توجه به موارد زیر ترسیم می شود :



شکل ۷-۲

تمرین ۱: هرم مثال صفحه قبل را با صفحه‌ای که ۸ میلی‌متر از قاعده آن فاصله دارد قطع کنید و نمای افقی حجم برش خورده را ترسیم کنید. سطح برش خورده را هاشور بزنید. نتایج تمرین‌های بالا را هم مقایسه کنید.

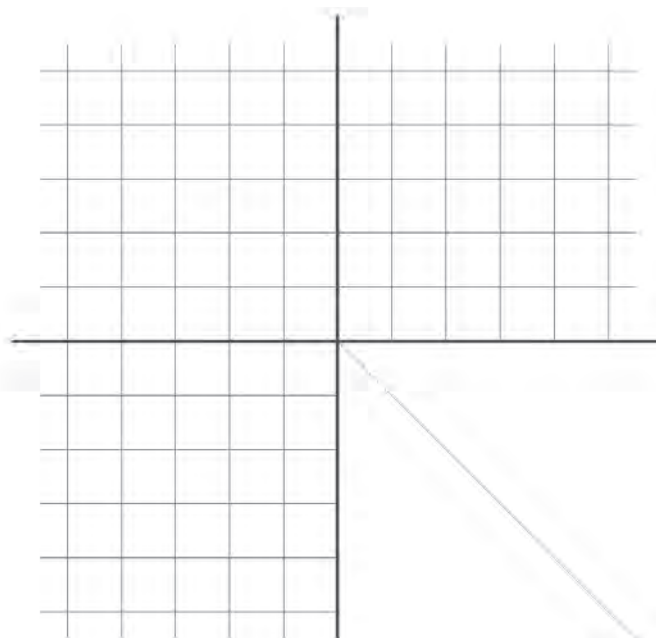
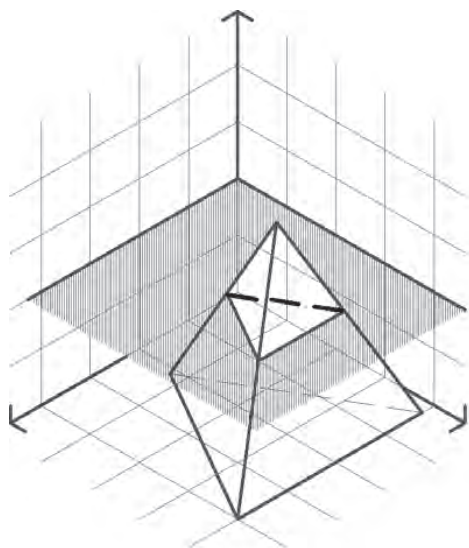
تمرین ۲: همان هرم مثال بالا را این بار با صفحه‌ای که ۸ میلی‌متر با رأس آن فاصله دارد برش زده نمای افقی حجم برش خورده را ترسیم کنید. سطح برش خورده را هاشور بزنید.



شکل ۳-۷

تمرین ۳: تصاویر دوبعدی هرم با قاعده مثلث متساوی الاضلاع عبور می‌کند قطع کرده و سطح برش خورده را مشخص کنید. سطح برش خورده چه سطحی است؟ (شکل ۴-۷)

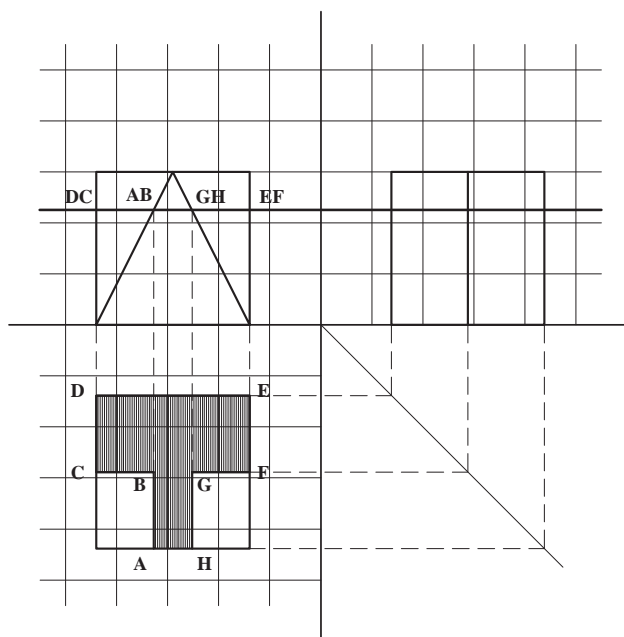
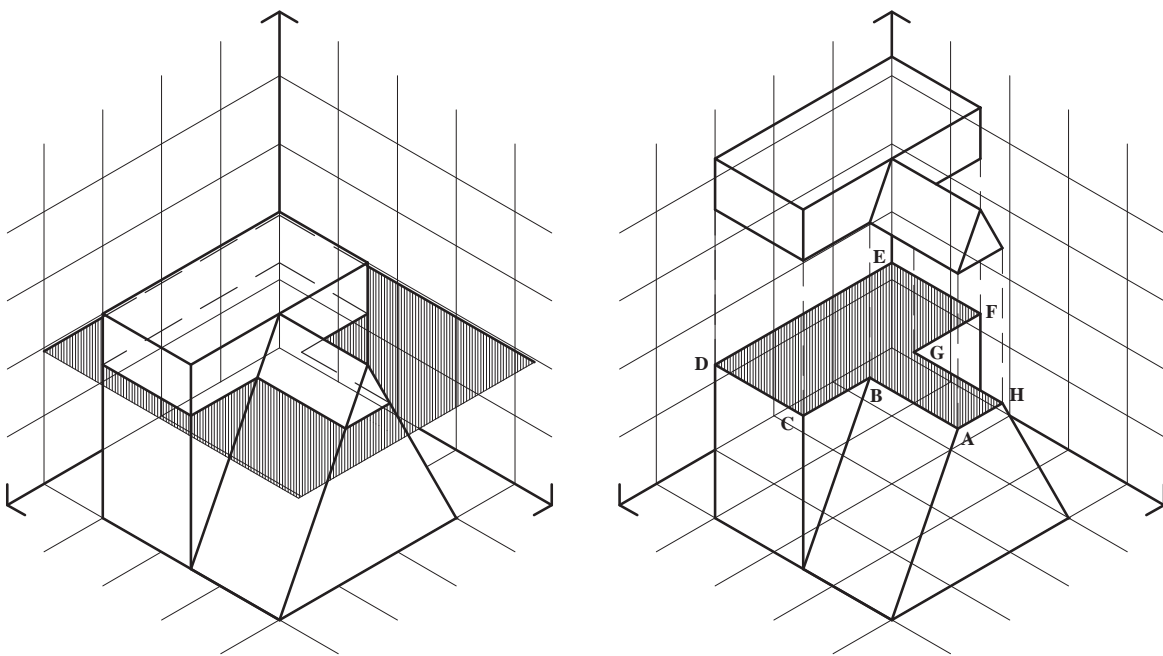
تمرین ۳: تصاویر دوبعدی هرم با قاعده مثلث متساوی الاضلاع را ترسیم کنید. سپس آن را با صفحه افقی که از وسط ارتفاع هرم



شکل ۴-۷

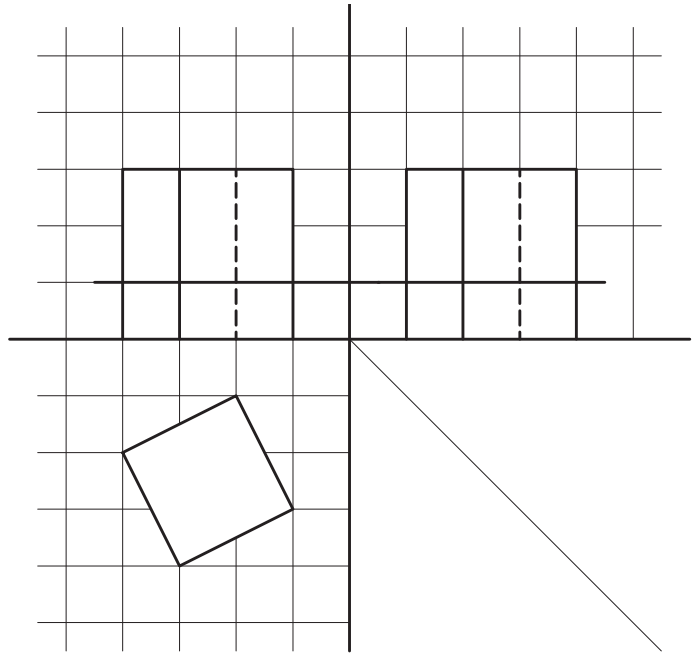
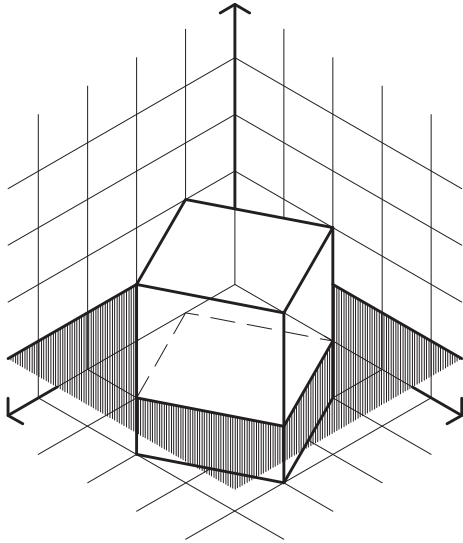
این تصاویر محل تلاقی حجم و صفحه افقی کاملاً مشخص می‌باشد، بنابراین با کمک گرفتن از رابطه بین تصاویر دو بعدی می‌توان تصویر افقی فصل مشترک حجم با صفحه افقی را ترسیم نمود.

مثال ۳: در شکل ۷-۵ حجمی، مرکب از مکعب مستطیل و منشور، توسط صفحه افقی برش خورده است. با توجه به اینکه تصاویر قائم و جانب صفحه افقی به صورت خط دیده می‌شود در

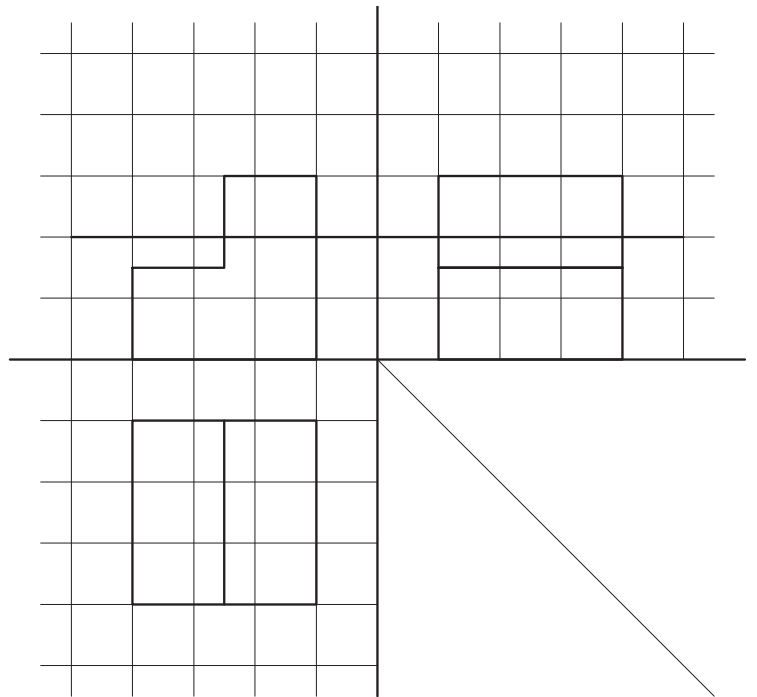
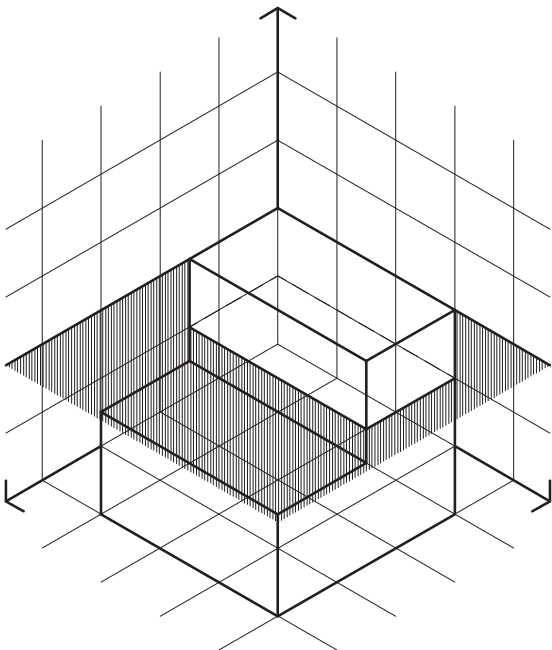


شکل ۷-۵

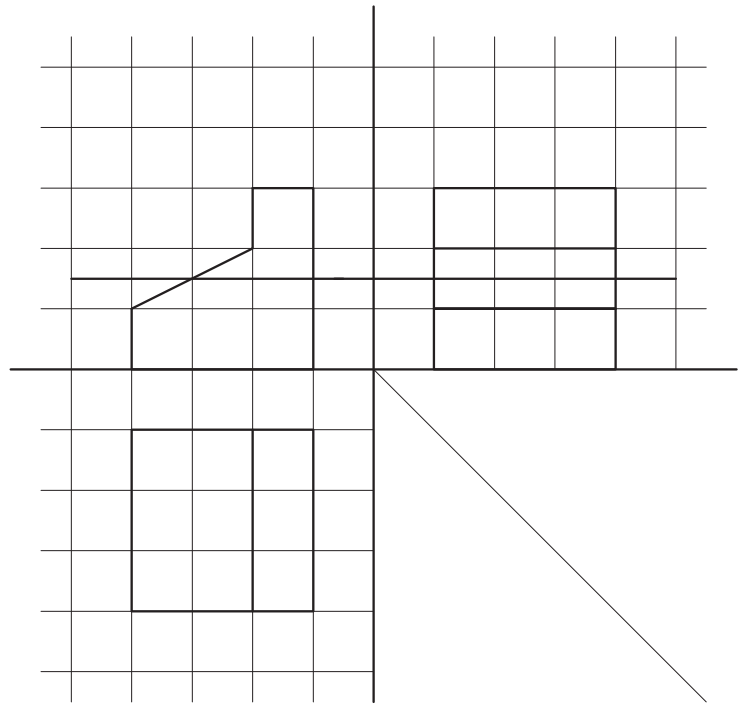
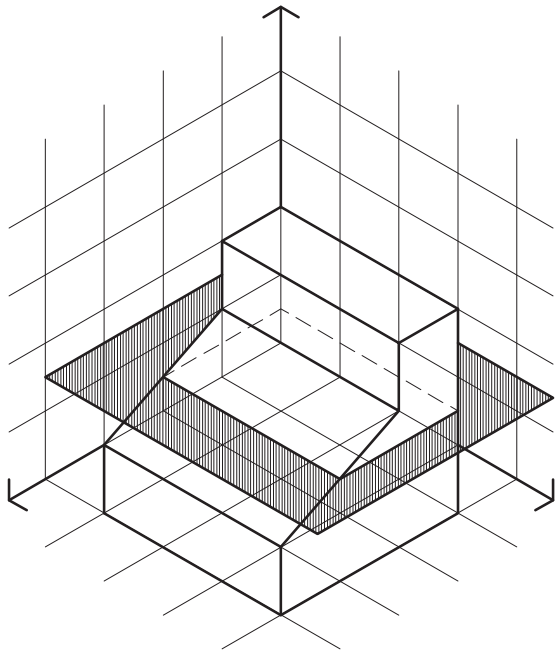
تمرین : فصل مشترک احجام و صفحات افقی را در  
تصاویر زیر ترسیم کنید و سطح برش خورده را هاشور بزینید.



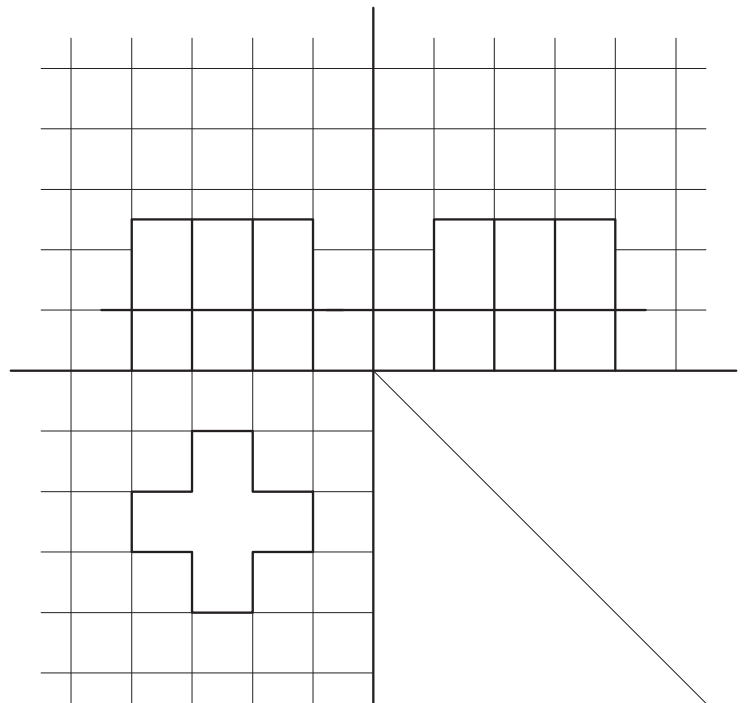
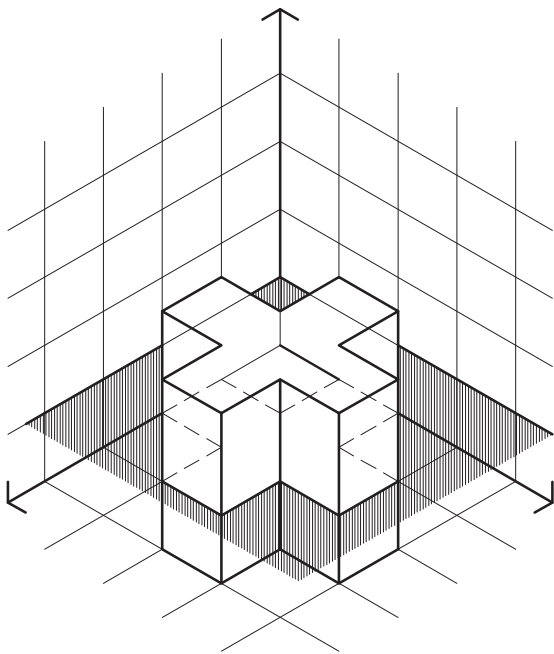
شکل ۷-۶



شکل ۷-۷



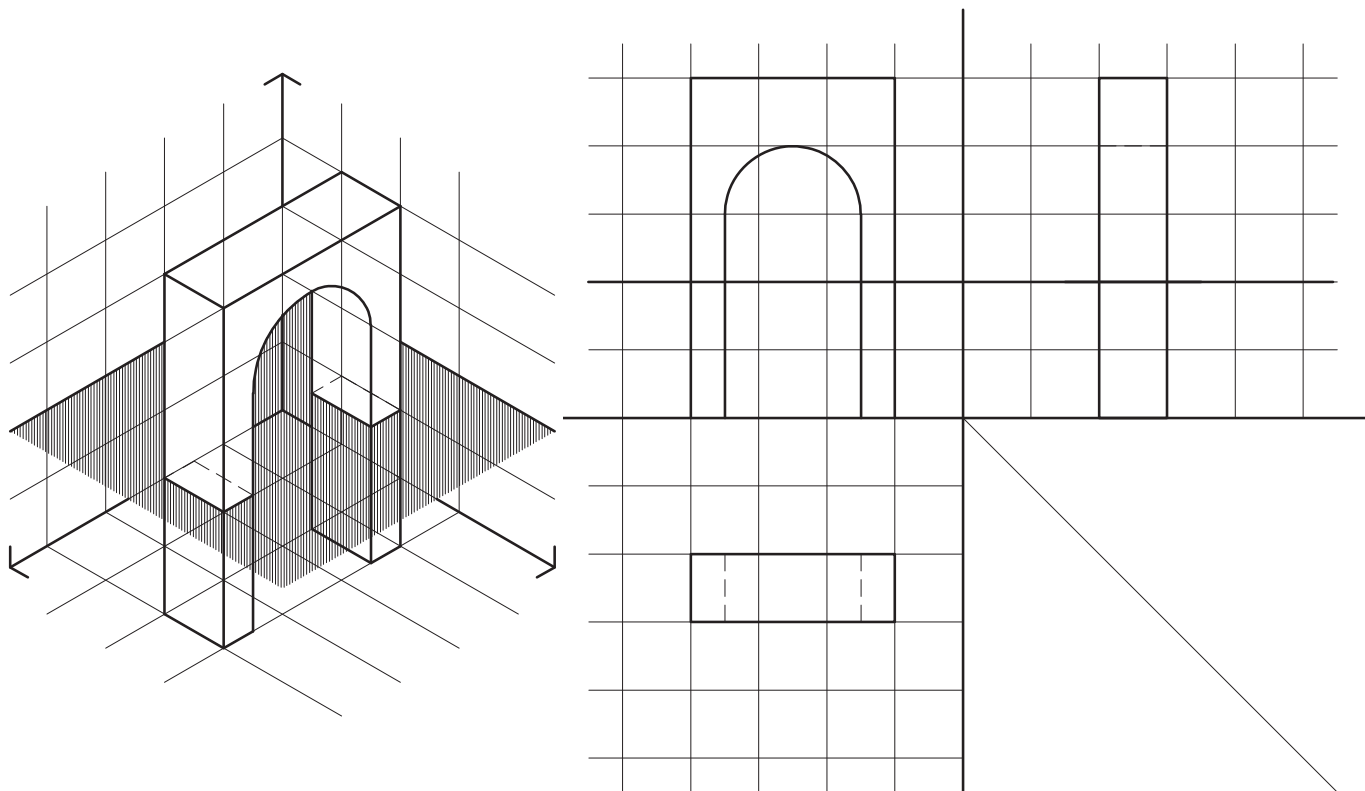
شکل ۸-۷



شکل ۹-۷

## تمرین

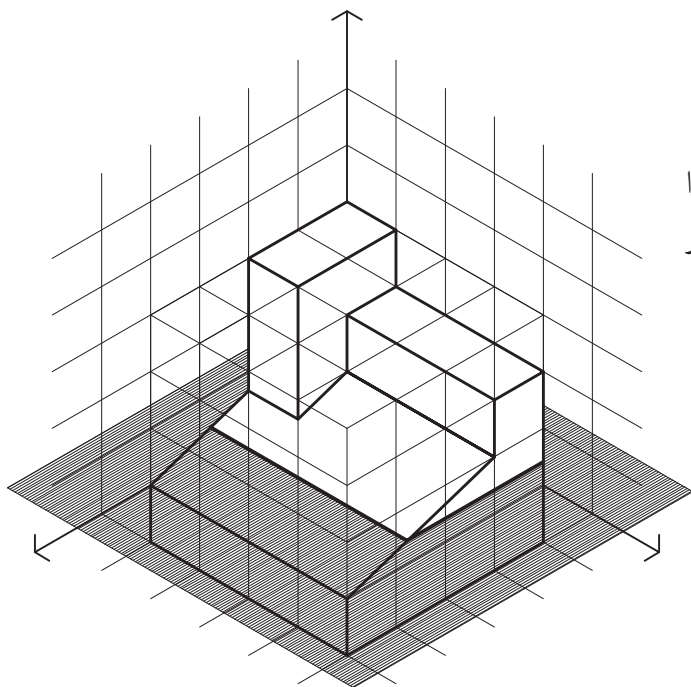
فصل مشترک احجام و صفحات افقی را در تصاویر زیر ترسیم کنید.



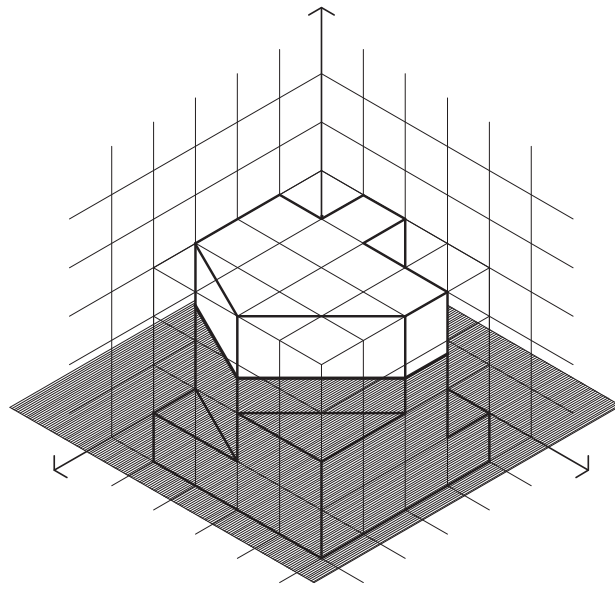
شکل ۷-۱۰

## تمرین

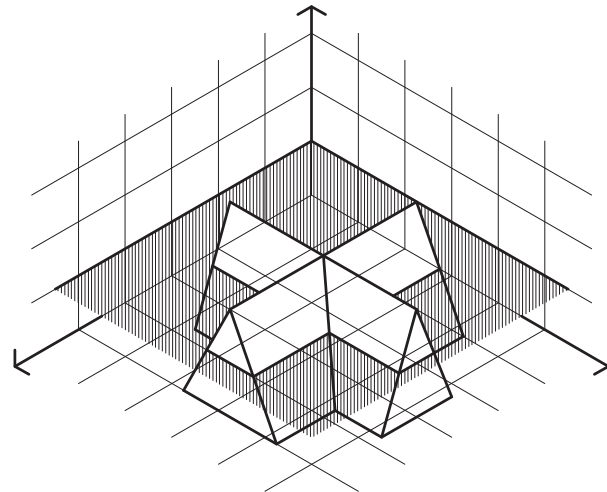
تصاویر دوبعدی احجام زیر را ترسیم کرده، هر حجم را از صفحه مشخص شده برش زده، سطح برش خورده را هاشور بزنید.



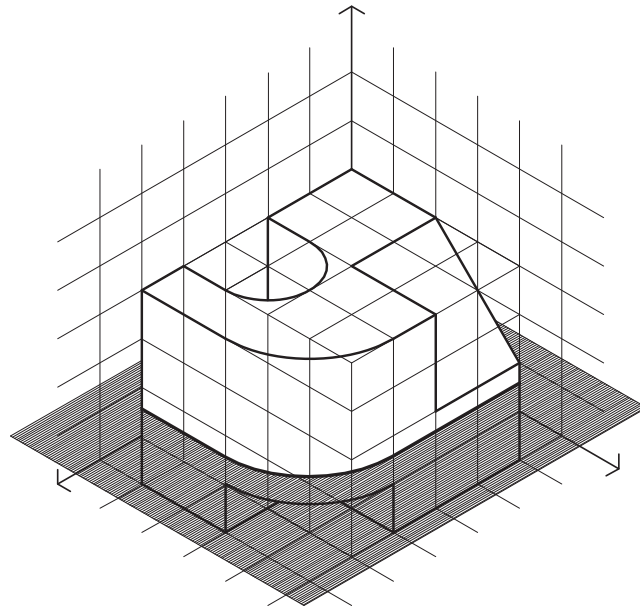
شکل ۷-۱۱



شکل ۷-۱۲



شکل ۷-۱۳

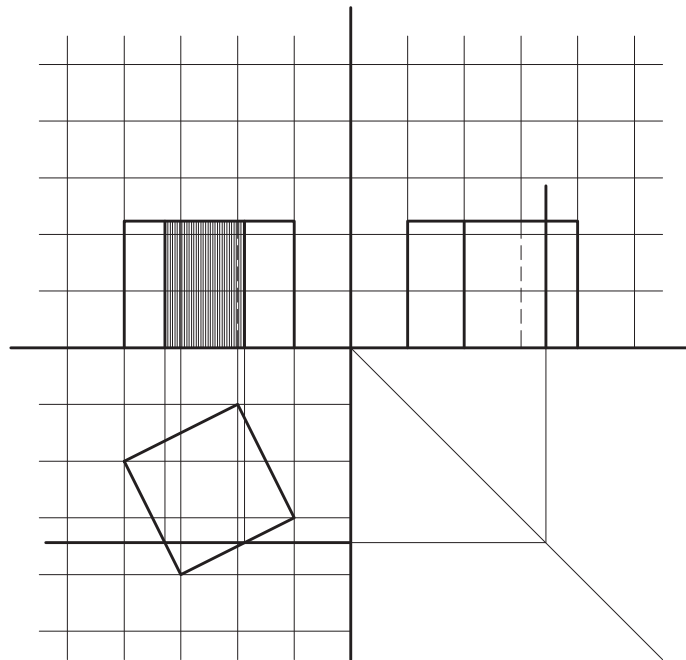
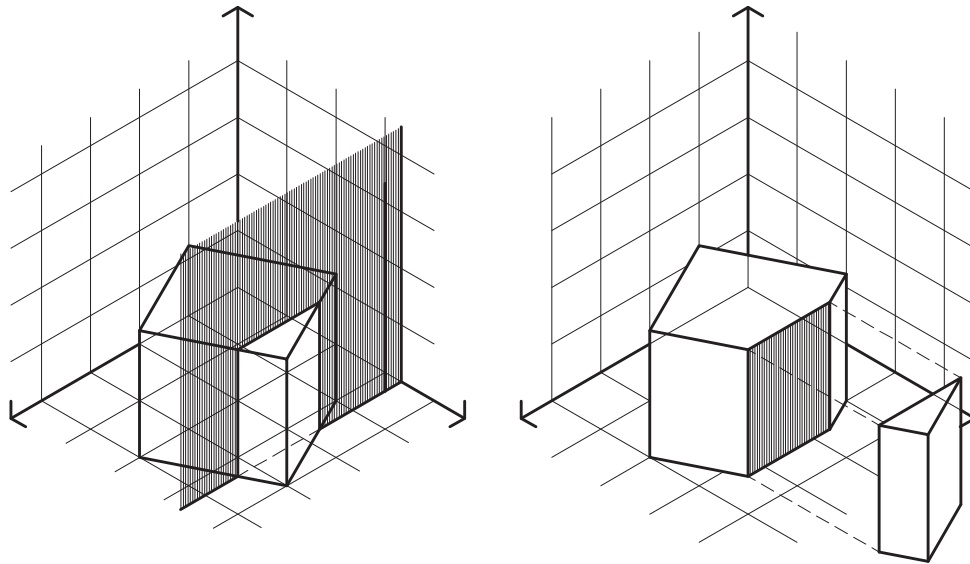


شکل ۷-۱۴

## تقاطع اجسام با صفحه قائم

برش خورده در تصاویر افقی و جانب به صورت یک خط دیده می‌شود می‌توان با کمک گرفتن از رابطه بین سه تصویر دو بعدی، تصویر سطح برش خورده را در تصویر قائم ترسیم نمود.

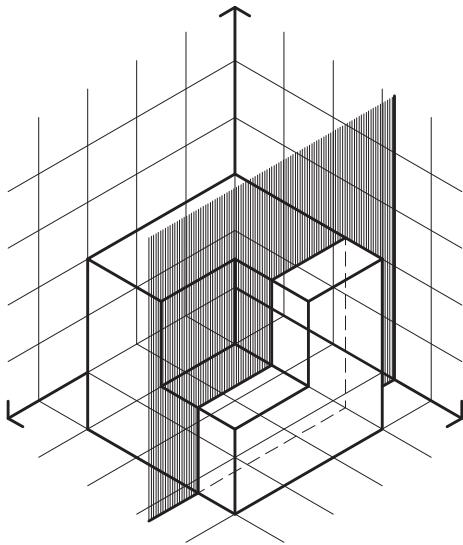
مثال ۱: در شکل ۷-۱۵ مکعب مربع توسط یک صفحه قائم قطع شده است. با توجه به اینکه صفحه قائم و همچنین سطح



شکل ۷-۱۵ - فصل مشترک مکعب با صفحه قائم



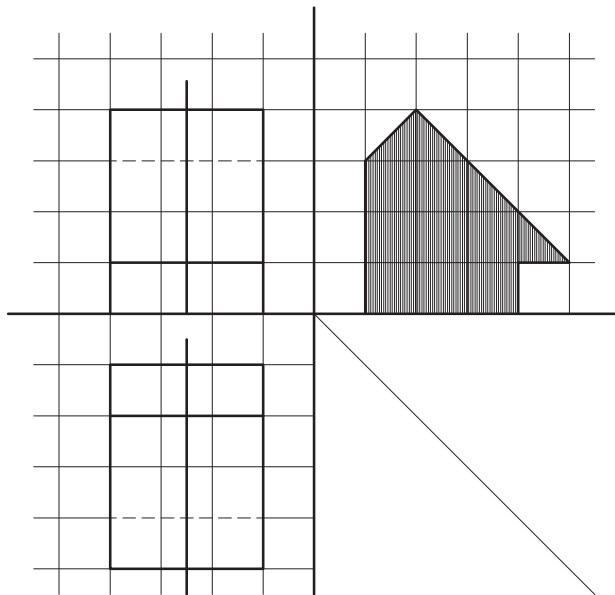
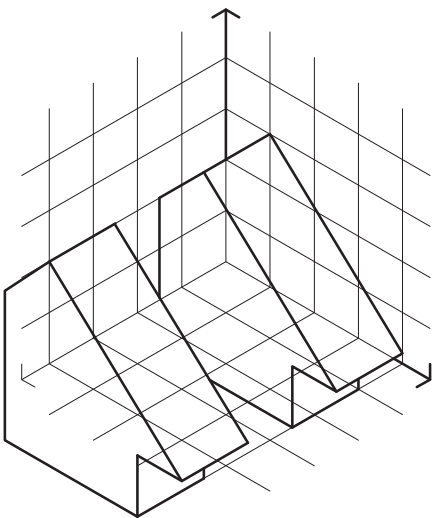
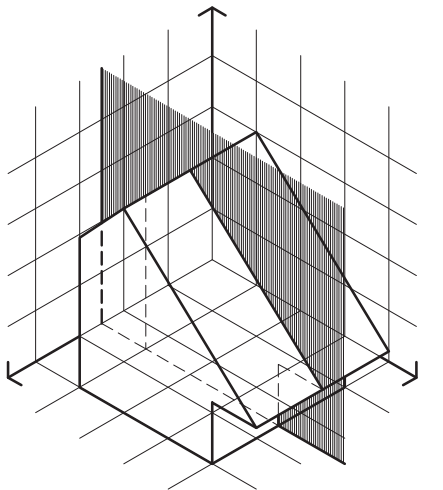
تمرین : با توجه به شکل ۷-۱۶ تصاویر دو بعدی حجم معرفی شده را ترسیم کنید. سپس فصل مشترک حاصل از تقاطع حجم با صفحه افقی را رسم کنید.



شکل ۷-۱۶

مثال ۲ : حجم معرفی شده در شکل ۷-۱۷ توسط صفحه قائم برش خورده است.

این صفحه در تصاویر افقی و قائم به شکل یک خط دیده می‌شود. با کمک گرفتن از رابطه بین تصاویر دو بعدی



شکل ۷-۱۷ - فصل مشترک حجم با صفحه قائم

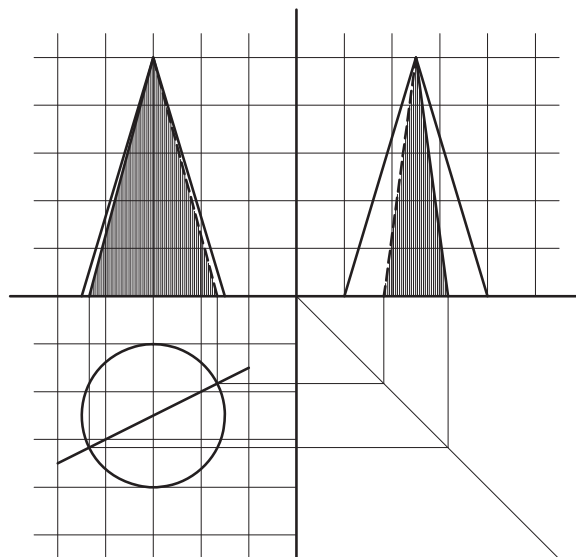
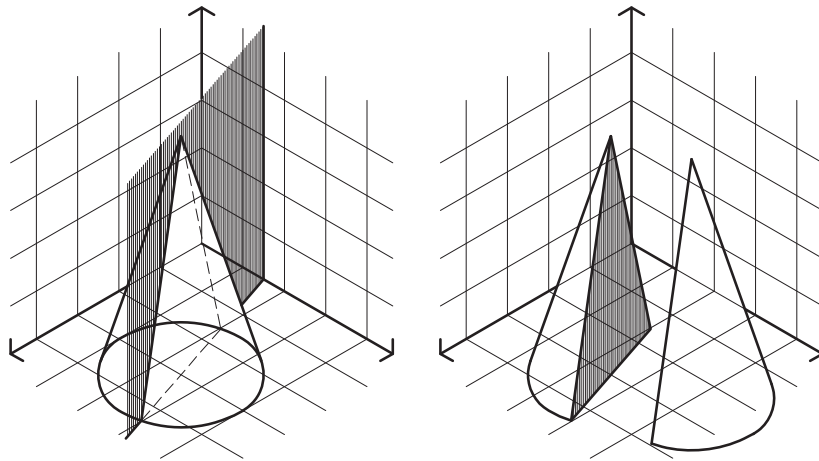
و انتقال نقاط تصاویر قائم و افقی می‌توان سطح برش خورده را در تصویر جانبی ترسیم نمود.

مشاهده نخواهد بود. مثال سوم بیانگر این مطلب است.  
**مثال ۳:** در شکل ۷-۱۸ صفحه قائم از رأس مخروط گذشته است. با در نظر گرفتن این نکته که فصل مشترک صفحه قائم و مخروط در چنین حالتی، یک مثلث خواهد بود و همچنین با توجه به تصویر افقی، که در آن صفحه قائم به صورت یک خط دیده می‌شود و با رابطه‌ای که سه تصویر دو بعدی با هم دارند تصاویر مثلث مورد نظر، به عنوان فصل مشترک صفحه قائم و مخروط ترسیم می‌گردد.

فصل مشترک مخروط و صفحه قائم، طبق شکل ۷-۱۸، مثلث ABC می‌باشد. همان‌طور که تصاویر نشان می‌دهد هیچ کدام از تصاویر ترسیم شده، اندازه واقعی سطح ABC را نمایش نمی‌دهد.  
**تمرین:** با توجه به شکل ۷-۱۸ و تصاویر دو بعدی ترسیم شده، اندازه واقعی مثلث ABC را ترسیم کنید.

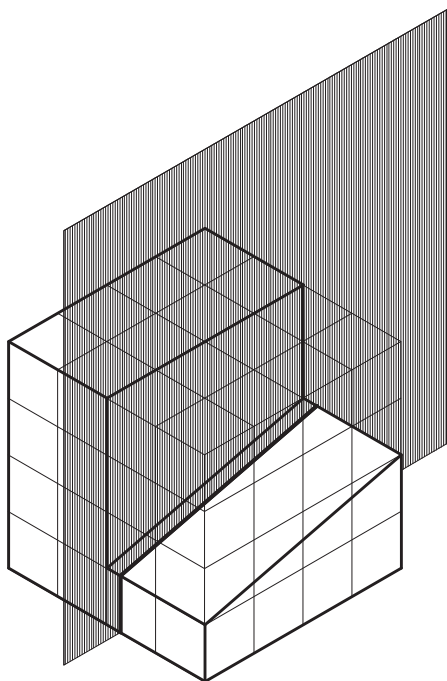
**نکته اول:** با توجه به دو مثال اخیر، می‌توان دریافت که در برش‌های قائم، بسته به جهت صفحه برش، سطح برش خورده در تصاویر قائم یا جانب قابل مشاهده و ترسیم است؛ در حالی که در برش‌های افقی، سطح برش خورده همیشه در تصویر افقی ترسیم می‌شود.

**نکته دوم:** همان‌گونه که در مثال‌های اخیر دیده شد، در تصاویری که به دست می‌آید اندازه واقعی سطح برش خورده با توجه به وضعیت صفحات برش نسبت به صفحات تصویر، قابل مشاهده بود. در این مثال‌ها صفحه برش با صفحات تصویر موازی یا بر آنها عمود بود. در صورتی که وضعیت صفحه برش و یکی از صفحات تصویر به غیر از این باشد اندازه واقعی سطح برش خورده قابل

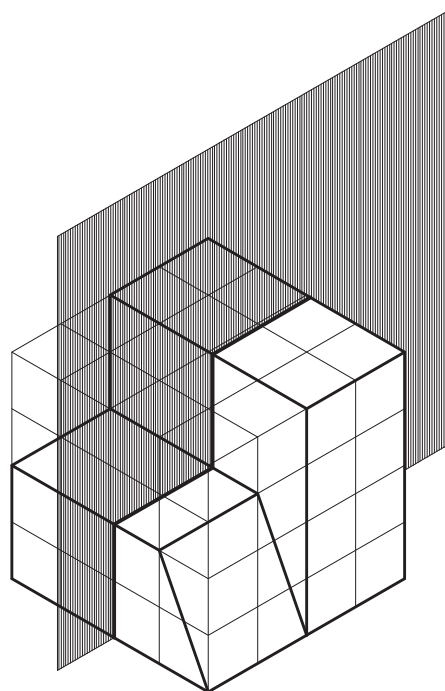


شکل ۷-۱۸

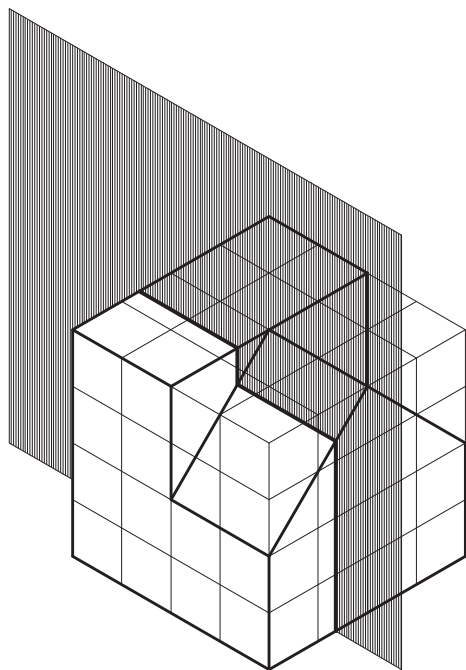
تصاویر دوبعدی احجام داده شده در تمرین‌های ۷-۱۹ تا ۷-۲۲ را ترسیم کرده سپس فصل مشترک حاصل از تقاطع حجم با صفحات قائم را رسم کنید.



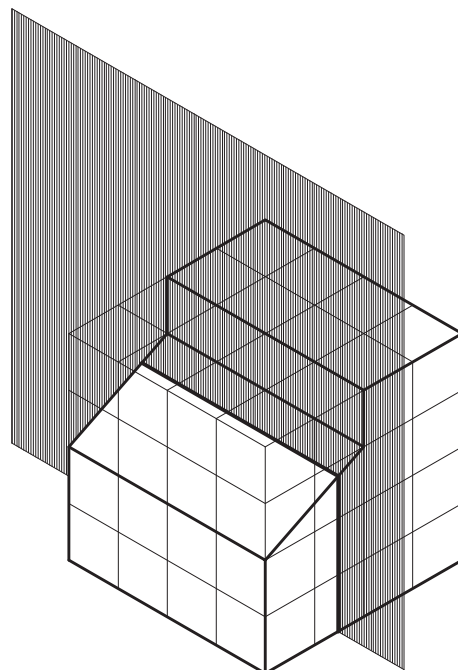
شکل ۷-۲۰



شکل ۷-۱۹



شکل ۷-۲۲



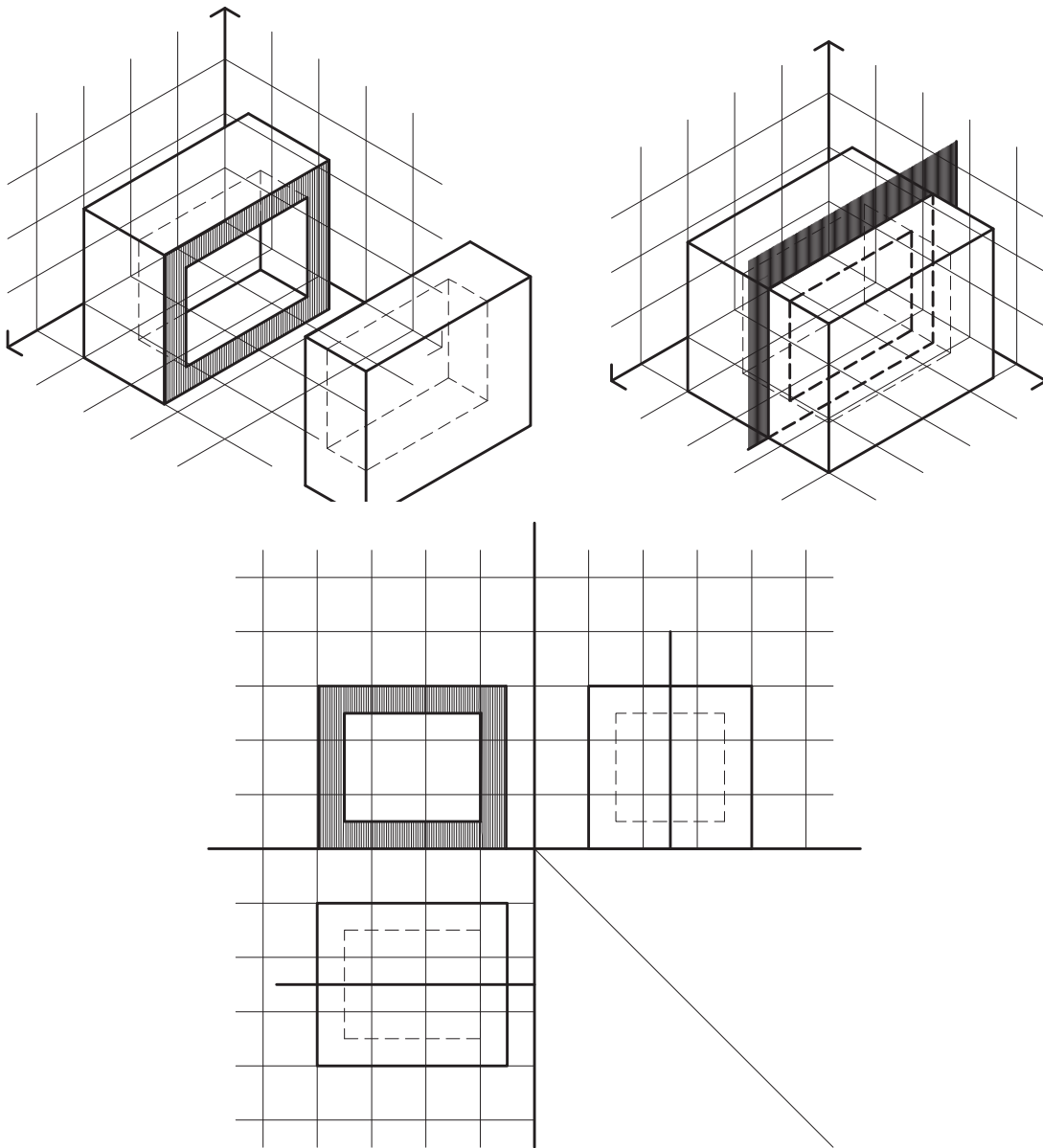
شکل ۷-۲۱

## برش اجسام توخالی

عموماً رویه داخلی و رویه خارجی اجسام توخالی شبیه به هم می‌باشد. بنابراین حتی می‌توان فصل مشترک صفحه برش با رویه خارجی را ترسیم کرد؛ سپس با توجه به فاصله بین رویه داخلی و رویه خارجی حجم، که ضخامت حجم توخالی نامیده می‌شود، رویه داخلی را به موازات رویه خارجی رسم نمود.

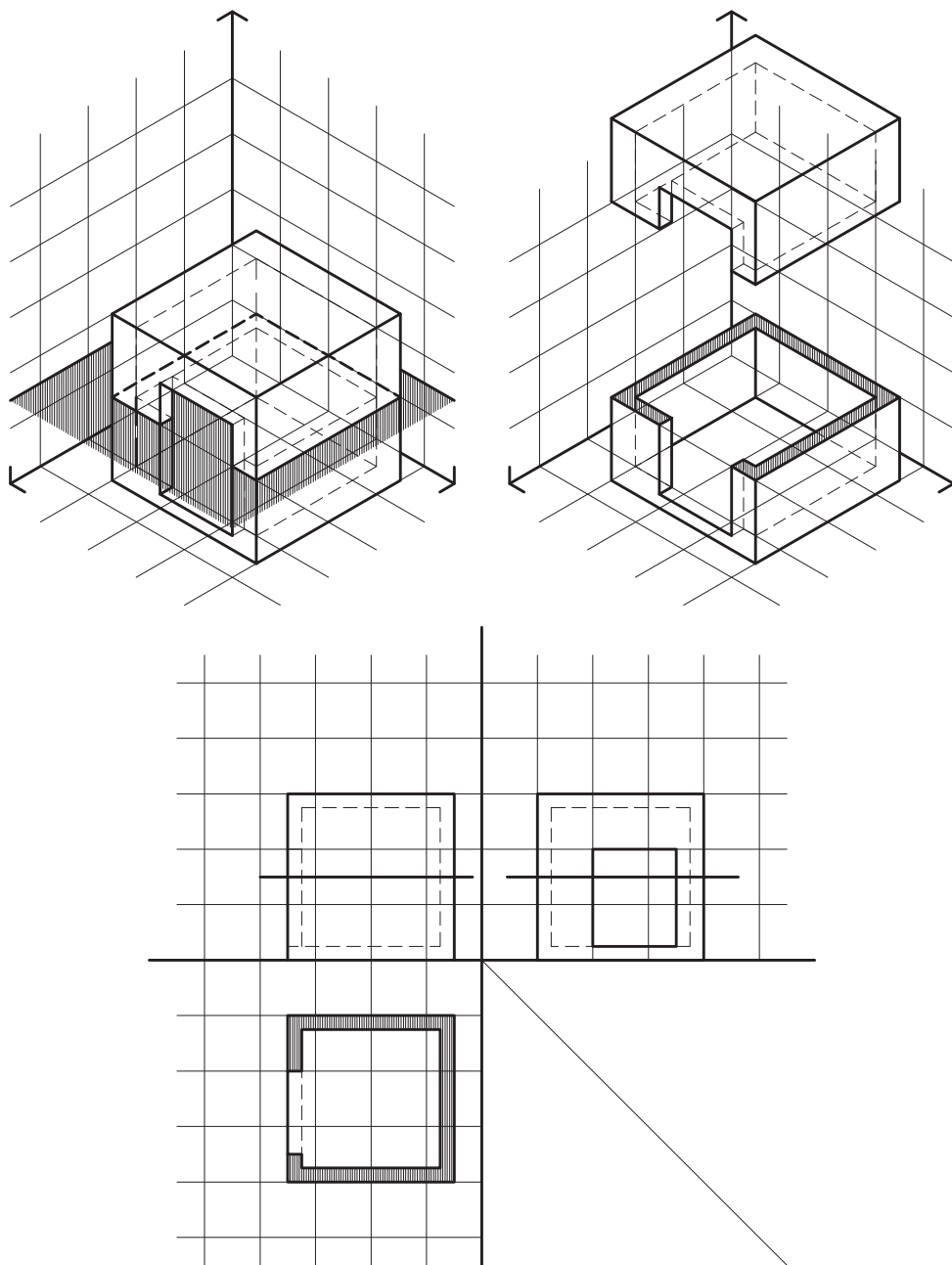
مثال ۱: در شکل ۲۳-۷ مکعب مستطیلی توسط صفحه قائم برش خورده است. تصاویر دو بعدی ترسیم شده در این شکل سطح برش خورده را نمایش می‌دهد.

برای ترسیم فصل مشترک اجسام توخالی با صفحاتی که آنها را قطع می‌کند می‌توان اجسام توخالی را مرکب از دو حجم دانست. حجم اول رویه خارجی را تشکیل می‌دهد و حجم دوم، به صورت یک فضای خالی در درون حجم اول قرار می‌گیرد و رویه داخلی را ایجاد می‌کند. بدین ترتیب با ترسیم فصل مشترک صفحه برش با هر کدام از این اجسام، سطح برش خورده اجسام توخالی به دست می‌آید.



شکل ۲۳-۷

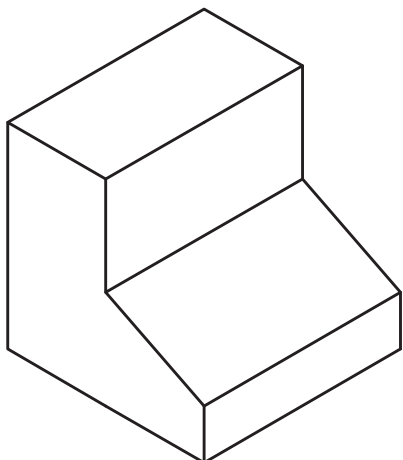
مثال ۲ : حجم معرفی شده در شکل ۷-۲۴ توسط صفحه سطح برش خورده را نمایش می‌دهد. افقی برش خورده است. تصاویر دو بعدی ترسیم شده در این شکل



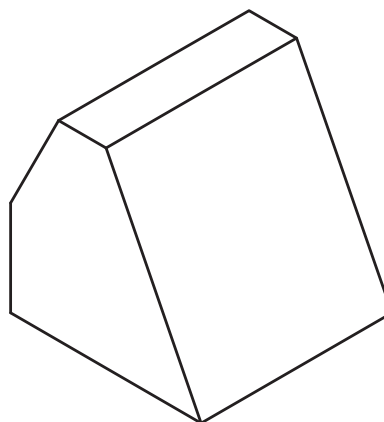
شکل ۷-۲۴

هر یک را با یک صفحه افقی و یک صفحه قائم برش داده، تصویر سطوح برش خورده را ترسیم کنید.

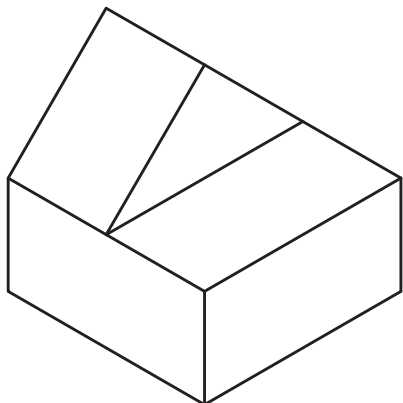
تمرین : احجام داده شده در شکل های ۷-۲۵ تا ۷-۲۹ احجام توخالی هستند اگر ضخامت جداره آنها ۳ میلی متر باشد، اولاً تصاویر دو بعدی آنها را در صفحات تصویر ترسیم کنید. ثانیاً



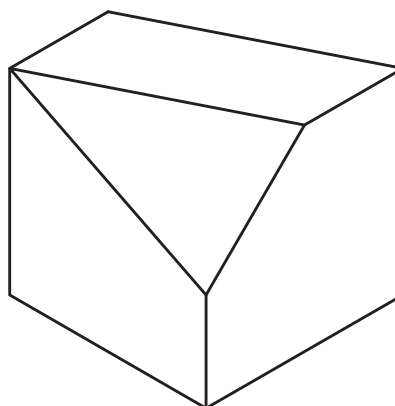
شکل ۷-۲۶



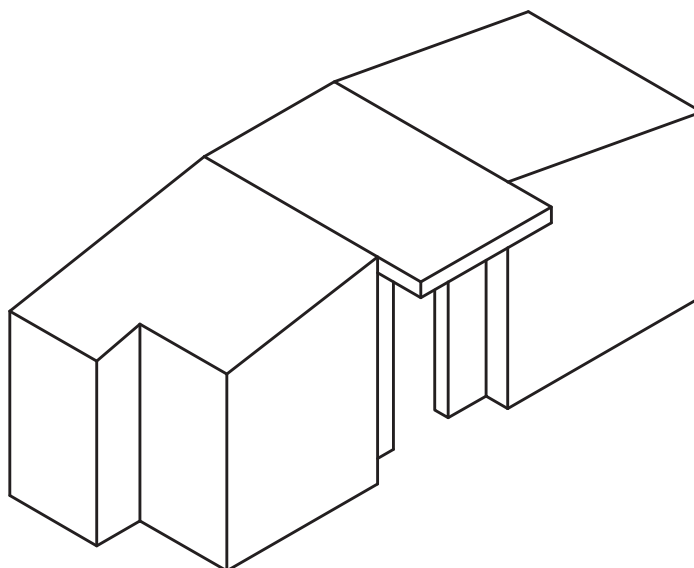
شکل ۷-۲۵



شکل ۷-۲۸



شکل ۷-۲۷



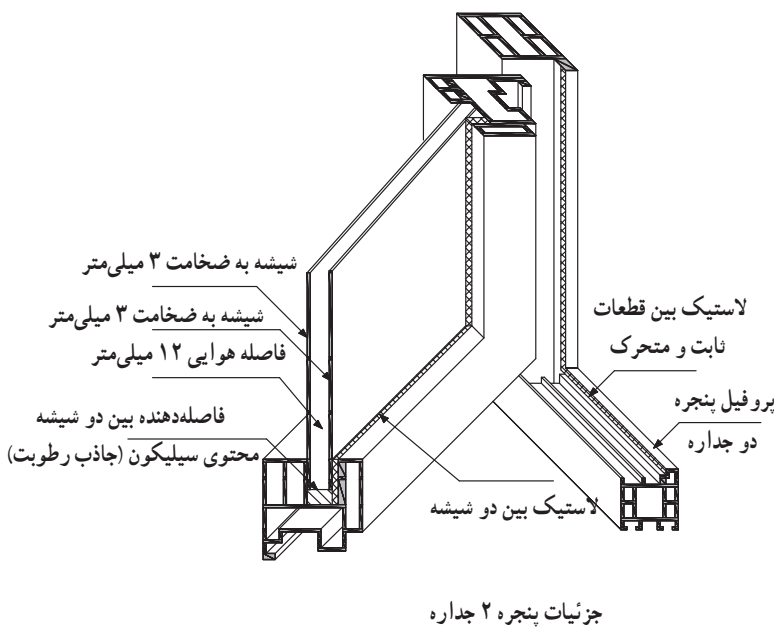
شکل ۷-۲۹

## تصاویر سه بعدی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:  
 - تصاویر انواع حجم‌ها را در قالب تصاویر سه بعدی موازی (محوری و مایل) ترسیم کند.

کاربرد این تصاویر بیشتر برای شناساندن طرح به کارفرمایان و یا سایر همکاران طرح می‌باشد، و کمتر به عنوان تصاویر اجرایی استفاده می‌شوند. البته برخی اوقات برای وضوح بیشتر نقشه‌های دو بعدی خصوصاً در مورد جزئیات ساختمانی ممکن است در کنار تصاویر دو بعدی از این تصاویر نیز استفاده شود.

همان‌گونه که در فصل ششم نیز بیان شده است، زبان غالب در بیان معماری زبان تصویر می‌باشد. تصاویر مورد استفاده در این زبان، در یک تقسیم کلی، در دو گروه جای می‌گیرند. این دو گروه عبارتند از: تصاویر دو بعدی و تصاویر سه بعدی. در این فصل تصاویر سه بعدی متداول و مورد استفاده معماران معرفی شده و شیوه ترسیم هر کدام بیان می‌شود.



شکل ۸-۲



شکل ۸-۱

## تصاویر سه بعدی

در فصل ششم سه بعد فضا را شناختید و دانستید که این سه بعد با نام‌های طول و عرض و ارتفاع دو به دو بر هم عمودند. گفته شد در هر تصویر در صورتی که هر سه بعد دیده شده و یا ترسیم شده باشد آن تصویر، تصویر سه بعدی نامیده می‌شود.

## انواع تصاویر سه بعدی

در یک تقسیم کلی، تصاویر سه بعدی به دو گروه تقسیم می‌شوند. این دو گروه با نام‌های «پرسپکتیو مرکزی» و «تصاویر پرسپکتیو یا پرسپکتیو موازی»<sup>۱</sup> شناخته می‌شوند.

### الف — پرسپکتیو مرکزی

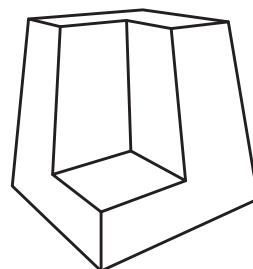
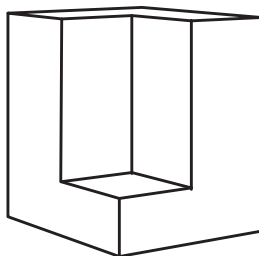
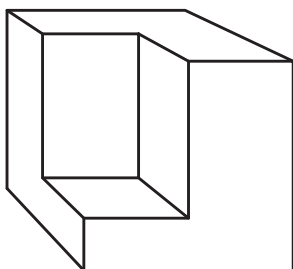
چشم ما به‌طور معمول اجسام را به‌صورت پرسپکتیو می‌بیند. در این نوع تصویر هرچه اجسام از ما دورتر می‌شوند کوچکتر دیده می‌شوند و به نظر می‌رسد که خطوطی که با هم موازیند و از ناظر دور می‌شوند، همدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند. از آنجا که پرسپکتیو تصویری است که چشم انسان می‌بیند

در زبان فارسی اصول حاکم بر این نوع تصویر «علم مناظر و مرایا» نام گرفته که از ریشه نظر کردن و رؤیت گرفته شده است.

در این دسته از تصاویر سه بعدی، دوری یا نزدیکی جسم به صفحه تصویر، موقعیت ناظر (یا همان چشمی که تصویر را می‌بیند) و راستای خطوط و محورهای جسم از اهمیت خاصی برخوردار است؛ به‌گونه‌ای که مهم‌ترین اصل حاکم بر این تصاویر از همین ویژگی‌ها ناشی می‌شود و دسته‌بندی پرسپکتیوهای مختلف با توجه به این موارد صورت می‌گیرد.

در این نوع پرسپکتیو، در رابطه با زاویه دید ناظر به جسم، پرسپکتیو شکل‌های کلی متفاوتی می‌گیرد که به پرسپکتیو یک نقطه‌ای، دو نقطه‌ای، سه نقطه‌ای موسومند. شکل ۸-۳ هر یک از این سه نوع پرسپکتیو را نشان می‌دهد.

روش ترسیم این دسته از تصاویر سه بعدی (پرسپکتیو مرکزی) را در سال سوم و در درس نقشه‌کشی معماری خواهید آموخت.



شکل ۸-۳

### ب — تصاویر موازی (پرسپکتیو موازی)

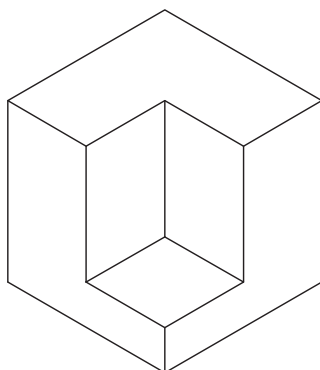
متفاوت است اما ارائه دید کاملی از سه وجه بدون وابستگی به موقعیت ناظر از مزایای آن است. علاوه بر این ترسیم آن بسیار ساده‌تر از پرسپکتیو مرکزی است و کاربرد بیشتری دارد.

تصاویر موازی تصویری هستند که در آنها خطوط هر کدام از سه راستای متعامد فضایی به‌صورت موازی ترسیم می‌شوند. در این نوع تصاویر اگرچه نمود ظاهری اجسام با آنچه چشم می‌بیند

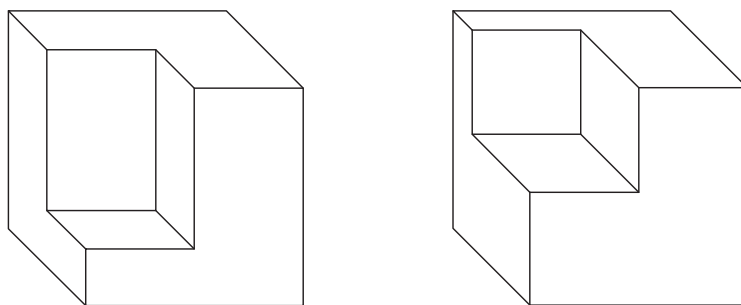
۱- یا پرسپکتیو محوری



انواع تصاویر موازی: این تصاویر بسته به جهت و زاویه رسم سه محور اصلی فضا، خود به دو گروه تقسیم می‌شوند، (شکل‌های ۸-۴ و ۸-۵).

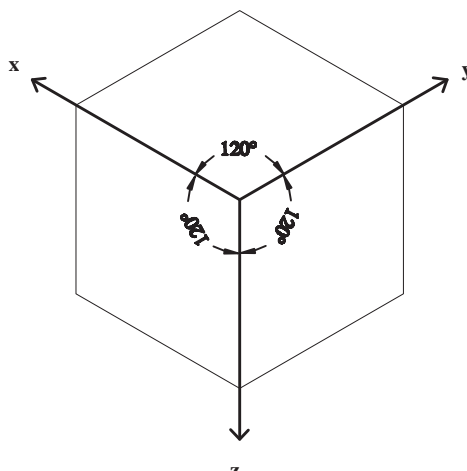


شکل ۸-۴



شکل ۸-۵

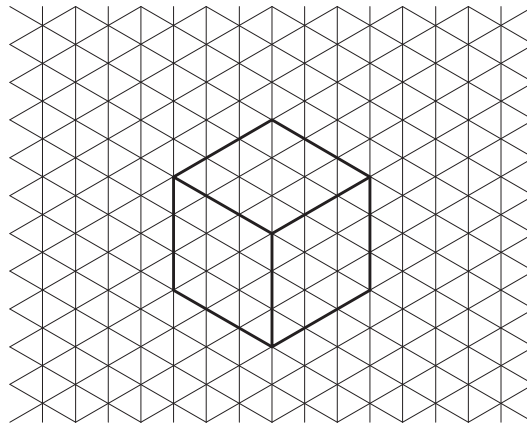
تصاویر آگزنومتریک: تصاویر آگزنومتریک یا تصاویر سه محوری سه‌گونه‌اند: ایزومتریک، دی‌متریک و تری‌متریک. در میان سه‌گونه تصویر اشاره شده، تصویر ایزومتریک به لحاظ سادگی در ترسیم و بیان نسبتاً خوبی از واقعیت، پرکاربردترین آنهاست. به این سبب در این کتاب، ویژگی‌های این نوع تصویر و چگونگی ترسیم آن معرفی می‌شود.



شکل ۸-۶

با همان نسبت  $1 \times 1 \times 1$  رسم می‌شود.  
 با توجه به شکل ۸-۶ و زاویه بین محورها می‌توان شبکه‌ای  
 از خطوط، که موازی با محورهای X و Y و Z می‌باشند ترسیم نمود.  
 در این شبکه که به شبکه ایزومتریک معروف است و مورد استفاده  
 طراحان در ترسیم قرار می‌گیرد، می‌توان تصویر ایزومتریک احجام  
 را به سهولت ترسیم نمود. شکل ۸-۷ تصویر یک مکعب شبکه  
 ایزومتریک را نمایش می‌دهد.

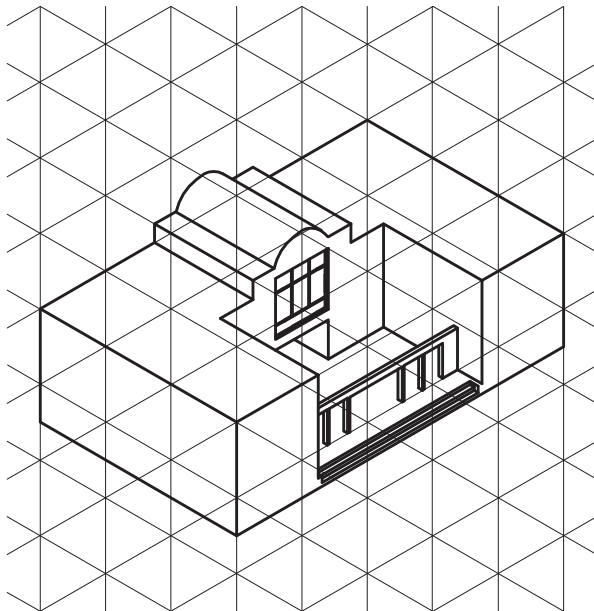
پرسپکتیو یا تصویر ایزومتریک: در تصویر ایزومتریک  
 زوایای بین سه محور فضایی با هم برابرند و هر سه وجه یک مکعب  
 مشابه هم دیده می‌شود.  
 آیا می‌توانید بگویید در تصویر ایزومتریک زوایای بین  
 محورهای سه‌گانه چند درجه است؟  
 در هر کدام از سه راستا نیز خطوط و فاصله نقاط به یک  
 نسبت اندازه‌گیری می‌شود، یعنی تصویر مکعبی به ابعاد  $1 \times 1 \times 1$



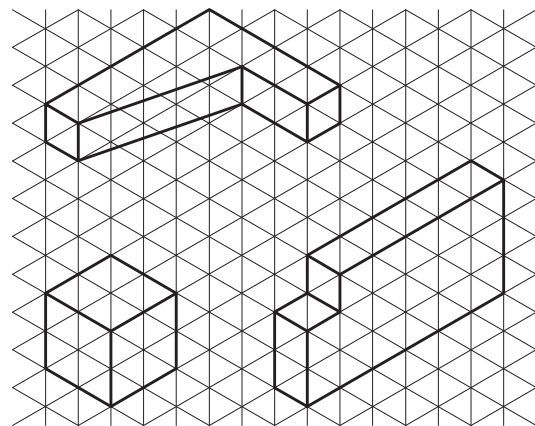
شکل ۸-۷

جزئیات بیشتر در شبکه ایزومتریک ترسیم شده است.

در شکل ۸-۸ احجام ساده‌ای را می‌بینید که در شبکه  
 ایزومتریک ترسیم شده است. همچنین در شکل ۸-۹ حجمی با



شکل ۸-۹



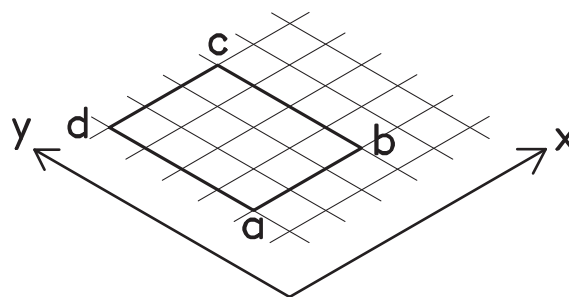
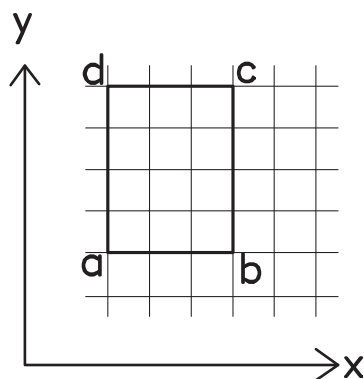
شکل ۸-۸

تمرین: ۱- شبکه ایزومتریک تهیه کنید و در آن حجم ساده را با انتخاب خود با توجه به راستاهای مشخص شده ترسیم کنید.  
 ۲- تصویر ایزومتریک احجام زیر را ترسیم کنید.

## روش رسم تصویر ایزومتریک با توجه به تصاویر دوبعدی

با توجه به محورهای متعامد فضایی در تصاویر دو بعدی و ایزومتریک می توان تصویر ایزومتریک احجام را با توجه به تصاویر دو بعدی آن رسم نمود.  
 مثال ۱: تصویر دو بعدی یک مستطیل و ترسیم تصویر

ایزومتریک آن با توجه به تصویر دو بعدی.  
 شیوه رسم: طبق شکل ۸-۱۰ ابتدا خطی به موازات محور x (طبق محورهای ایزومتریک) رسم می شود، سپس با عنایت به اینکه اندازه ها در راستاهای اصلی ثابت می ماند (و یا به یک نسبت بزرگ و یا کوچک می شود) اندازه مورد نظر بر روی آن خط جدا می شود. سپس با توجه به تصویر دو بعدی خط دیگری به موازات محور y رسم شده و اندازه مورد نظر با همان نسبتی که بر روی محور x مشخص شده بود مشخص می شود. خطوط دیگر نیز به همین ترتیب، و با توجه به تصویر دو بعدی ترسیم می شود.

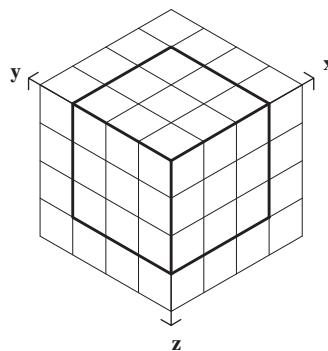
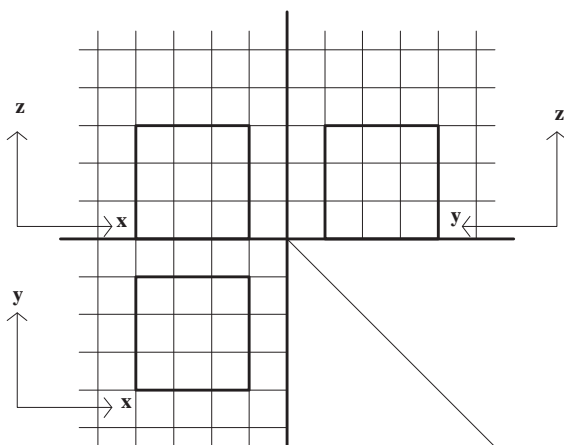


شکل ۸-۱۰

ابتدا همانند مثال شماره ۱ با توجه به تصویر افقی مکعب، که یک مربع می باشد تصویر ایزومتریک آن رسم می شود، سپس با توجه به تصویر قائم و ارتفاع مکعب، بر روی تصویر ایزومتریک، در امتداد محور z ارتفاع مکعب رسم می شود. شکل شماره ۸-۱۱ بیانگر این مطلب است.

تمرین: تصویر ایزومتریک یک مربع به ابعاد ۵×۵ را ترسیم کنید. سپس بررسی نمایید که اندازه دو قطر مربع در تصویر با اندازه واقعی آن، چه نسبتی دارد. آیا می توان نتیجه گرفت که اندازه ها در برخی راستاها کوچک و در برخی دیگر، بزرگ می شود؟  
 مثال ۲: تصویر ایزومتریک یک مکعب با توجه به تصاویر

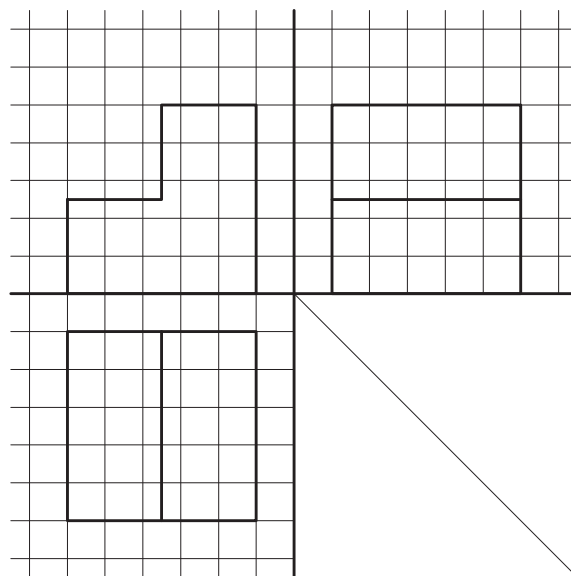
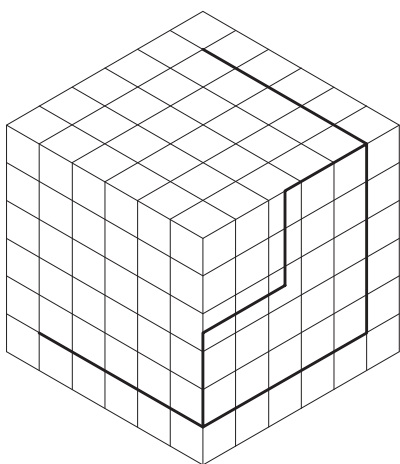
دو بعدی



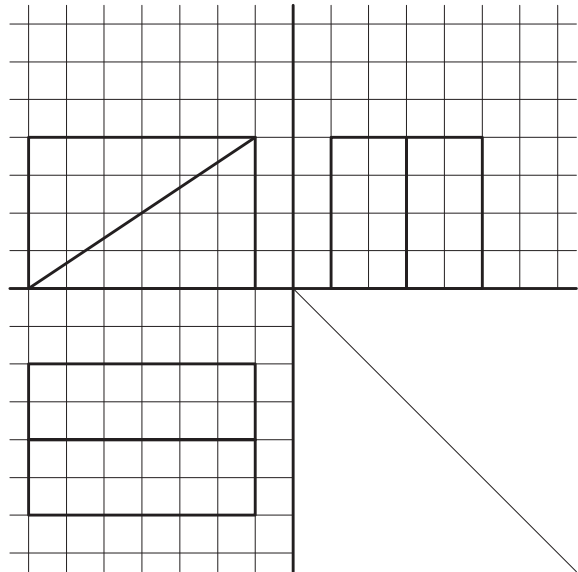
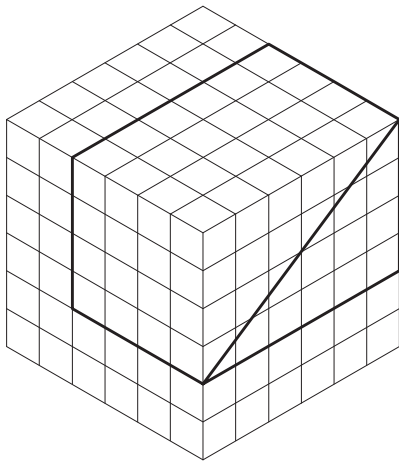
شکل ۸-۱۱

سؤال: اگر خطی با هیچ کدام از محورهای سه گانه موازی نباشد چگونه می توان تصویر ایزومتریک آن را رسم نمود؟ به عنوان مثال، تصویر ایزومتریک یک خط شیب دار چگونه رسم می شود؟  
 تمرین: ۱- تصویر ایزومتریک مکعب مستطیل به طول  $10^\circ$ ، عرض ۵ و ارتفاع ۳ را بر روی شبکه ایزومتریک رسم کنید.  
 ۲- تصویر ایزومتریک احجامی را که در شکل های ۸-۱۲، ۸-۱۳ و ۸-۱۴ با تصاویر دو بعدی معرفی شده است بر روی شبکه ایزومتریک رسم کنید.

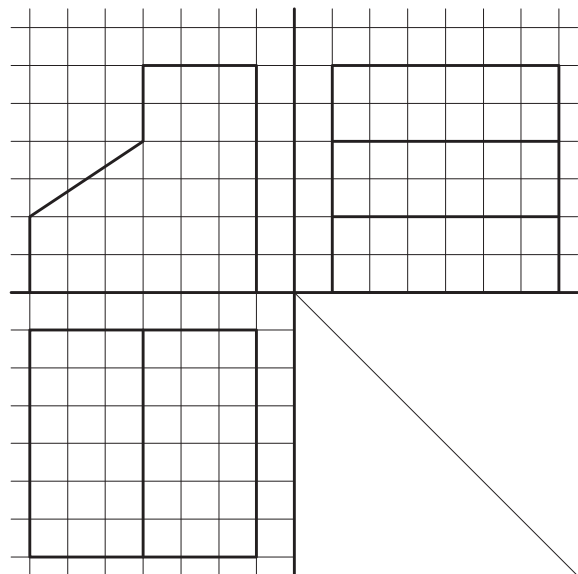
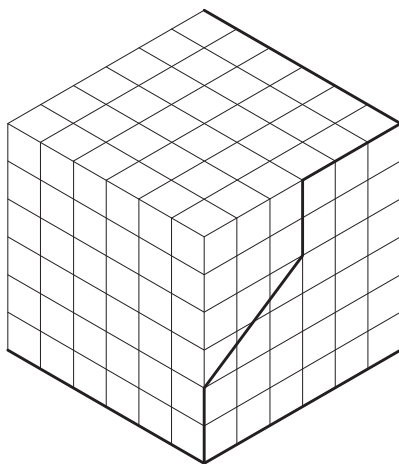
شکل ۸-۱۲: Isometric view of a rectangular prism. The axes are labeled x, y, and z. The prism is drawn with a grid on its top and front faces.



شکل ۸-۱۲



شکل ۸-۱۳

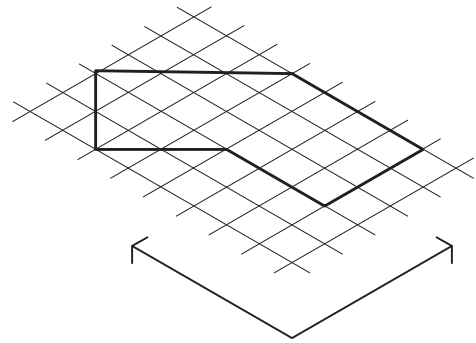
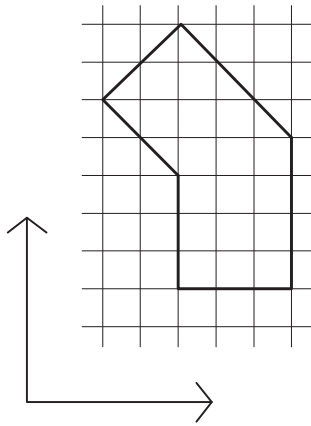


شکل ۸-۱۴

می ماند. برای ترسیم خطوط در راستاهای دیگر و مشخص کردن اندازه آنها باید از راستاهای اصلی کمک گرفت. شکل ۸-۱۵ روش رسم خطوط در راستاهای دیگر را نمایش می دهد. مشاهده می کنیم که ابتدا شکل را در شبکه خطوط اصلی محاط می کنیم آنگاه با استفاده از صفحه شبکه ایزومتریک شکل را ترسیم می کنیم.

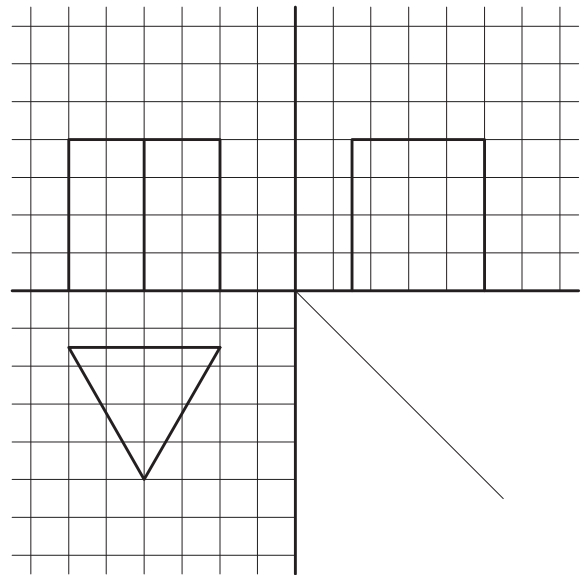
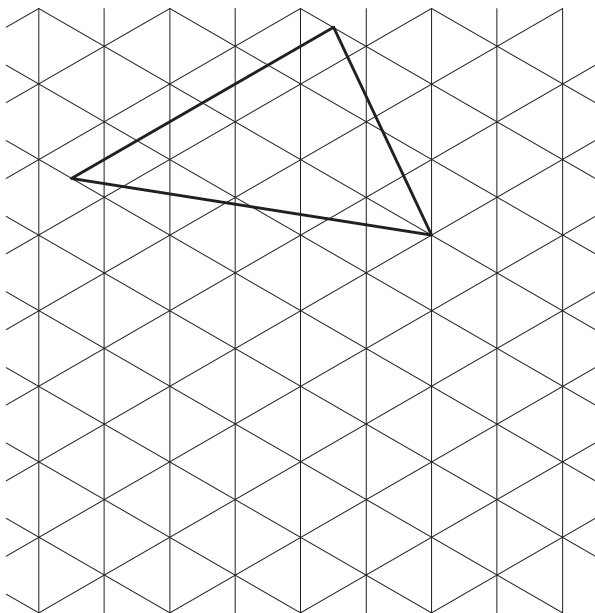
### تصویر ایزومتریک راستاهای فرعی

با توجه به اینکه اقطار مربع با هم برابرند، و با توجه به تصویر ۸-۱۰ که در آن تصویر ایزومتریک یک مربع ترسیم شده است و اقطار مربع در این تصویر برابر نیست، مشخص می شود که در تصاویر ایزومتریک اندازه‌ها فقط در راستاهای متعامد اصلی ثابت

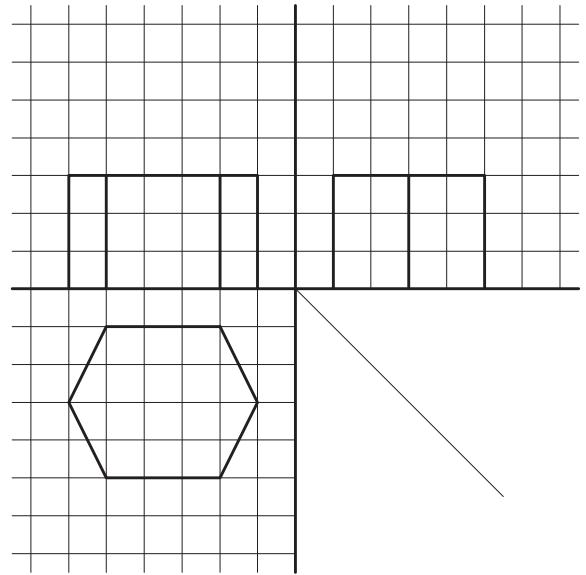
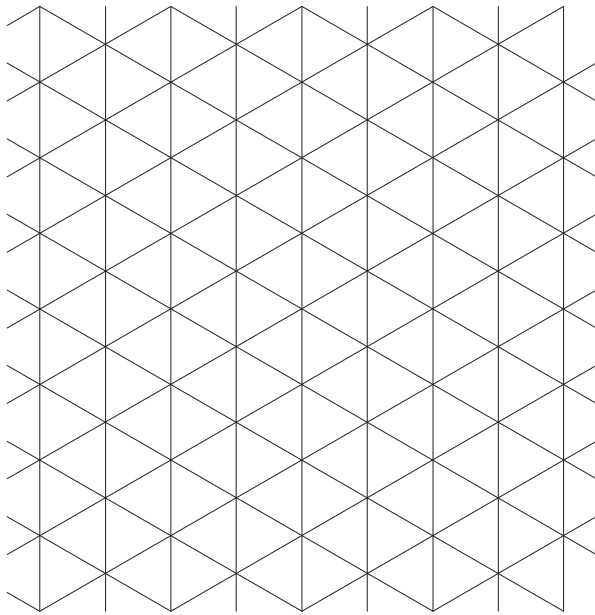


شکل ۸-۱۵

تمرین : تصویر ایزومتریک اجزای را که طبق شکل شبکه ایزومتریک رسم کنید.  
 ۸-۱۶ و ۸-۱۷ با تصاویر دو بعدی معرفی شده است بر روی



شکل ۸-۱۶

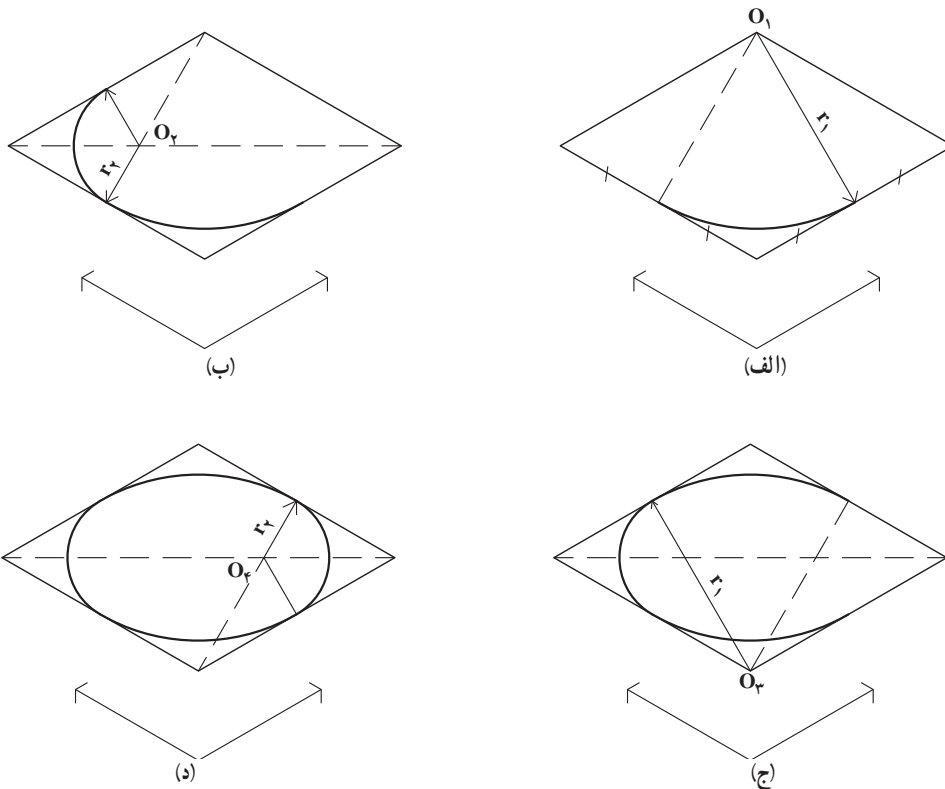


شکل ۸-۱۷

### دایره در تصاویر ایزومتریک

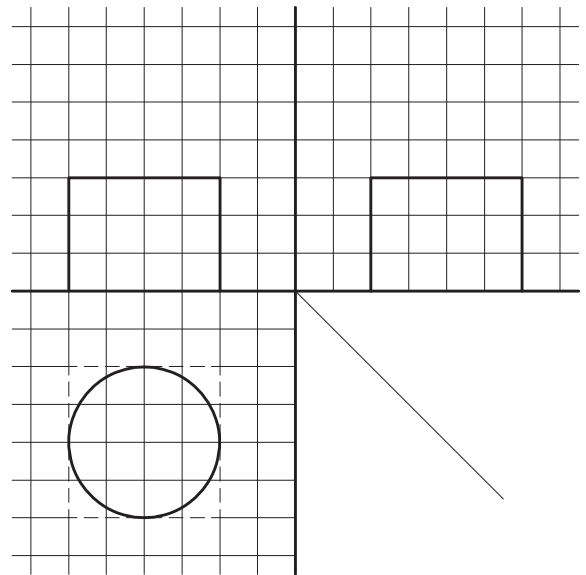
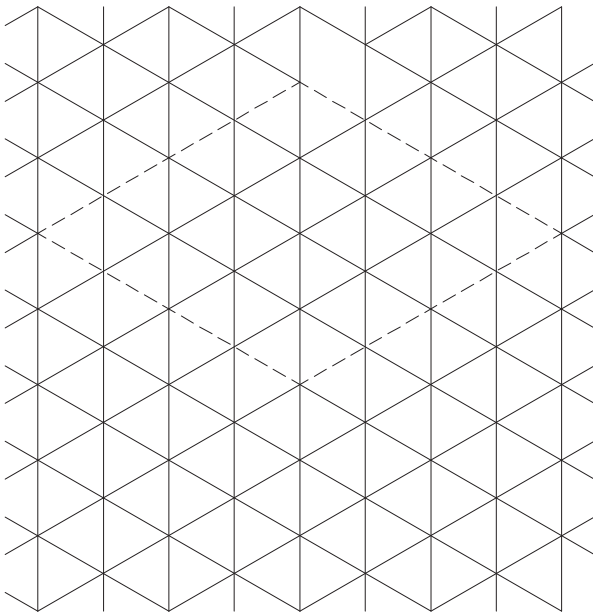
دایره به شکل بیضی رسم می‌شود. تصویر شماره ۸-۱۸ روش رسم دایره در تصویر ایزومتریک را نمایش می‌دهد. همان‌گونه که این تصویر نشان می‌دهد تصویر ایزومتریک دایره با کمک مربع محیطی آن رسم می‌شود.

در تصاویر ایزومتریک با توجه به اینکه زاویه بین محورهای واقعی نیست (زاویه واقعی  $90^\circ$  درجه است) سطوح به صورت واقعی دیده نمی‌شوند. یعنی مربع به صورت متوازی الاضلاع و

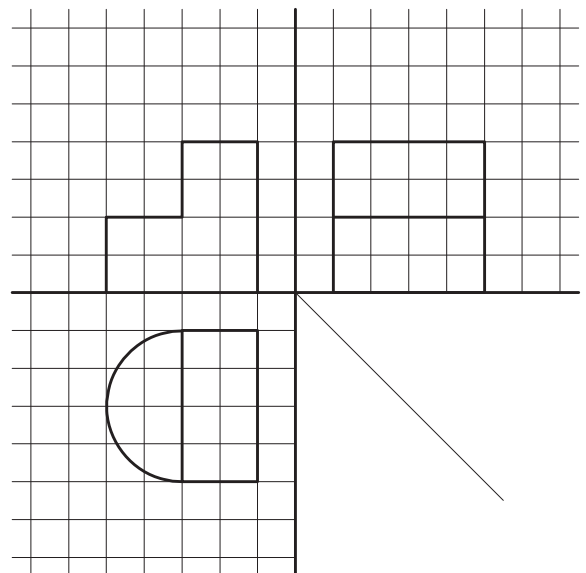
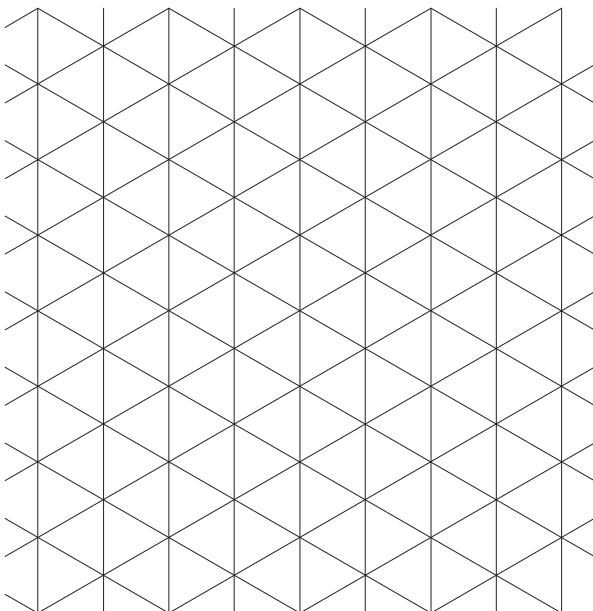


شکل ۸-۱۸ - دایره در تصویر ایزومتریک

تمرین: تصویر ایزومتریک احجامی را که تصاویر دو بعدی آن در شکل های ۸-۱۹ تا ۸-۲۵ رسم شده است، ترسیم کنید.

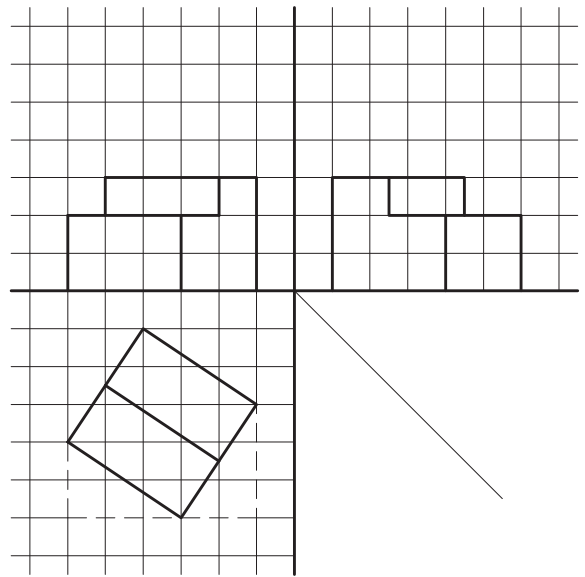
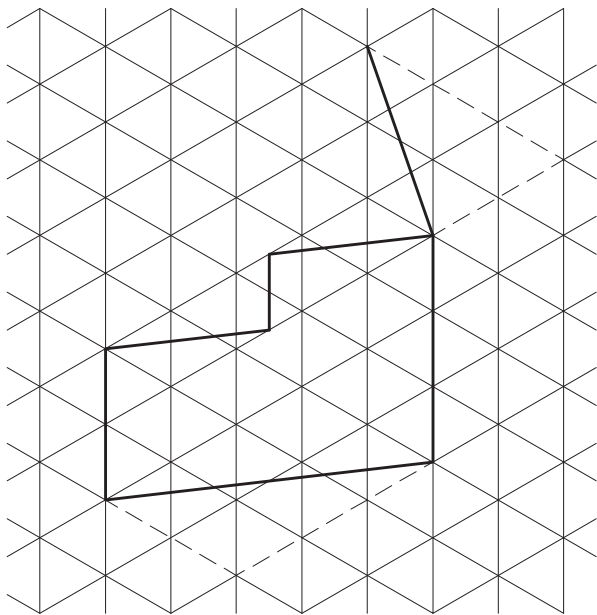


شکل ۸-۱۹

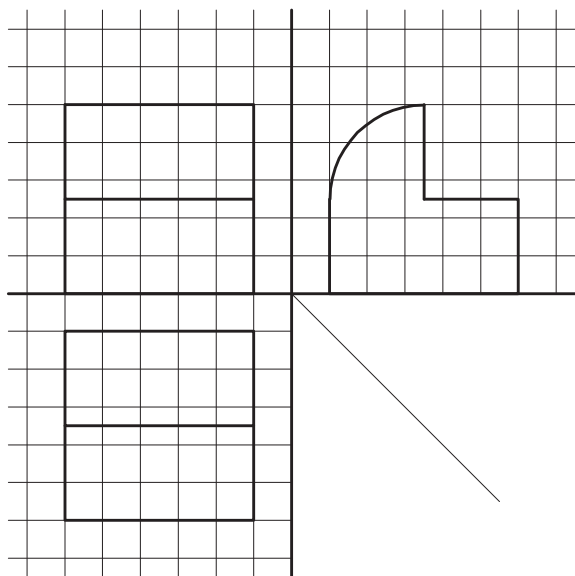


شکل ۸-۲۰

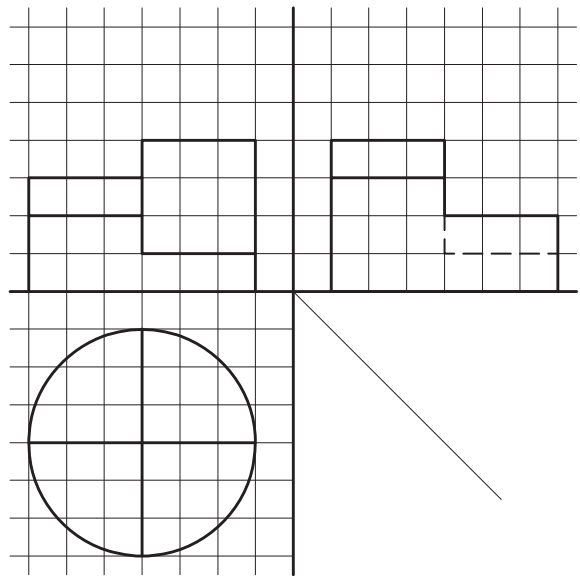




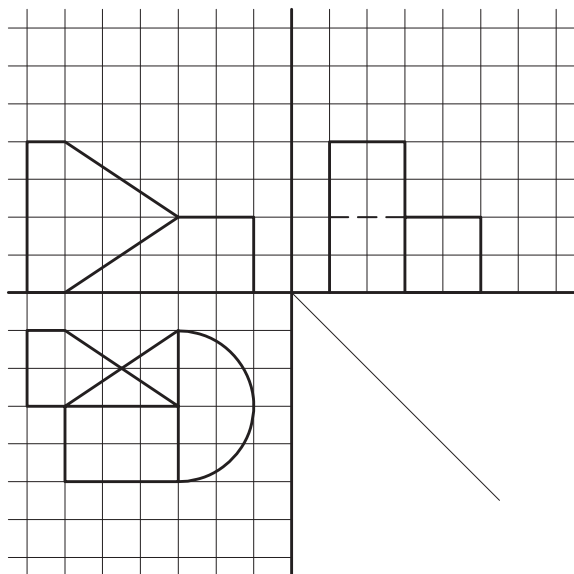
شکل ۸-۲۱



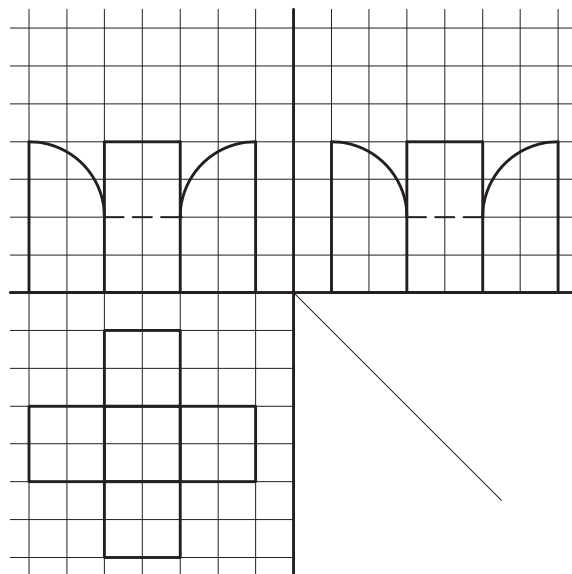
شکل ۸-۲۳



شکل ۸-۲۲



شکل ۸-۲۵



شکل ۸-۲۴

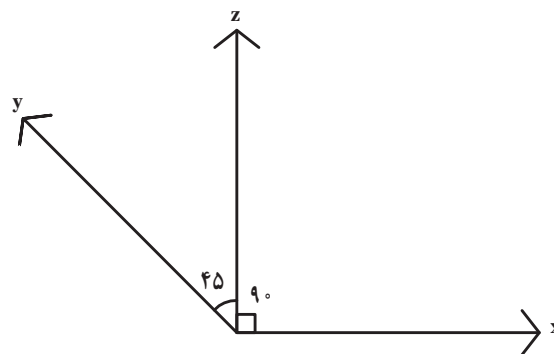
## تمرین

تصویر ایزومتریک یک استوانه، یک هرم و یک مخروط را ترسیم کنید.

## تصاویر مایل ابلیک (Oblique)

در تصاویر ایزومتریک دید ناظر به هر سه وجه جسم کاملاً مشابه است. اما ناظر هیچ‌کدام از وجوه را به شکل واقعی نمی‌بیند.

در تصاویر ابلیک، که به تصاویر مایل نیز معروف است، سه



شکل ۸-۲۶

محور اصلی فضا طبق شکل ۸-۲۶ رسم می‌شود.

با توجه به راستای محورها در تصاویر ابلیک مشخص می‌شود که از میان نماها و وجوه مختلف یک حجم، یک وجه و یا یک نما به صورت واقعی (با اندازه‌ها و زاویه‌های واقعی) رسم می‌شود و وجوه و نماهای دیگر به صورت مایل رسم می‌شوند. دلیل نام‌گذاری این گروه از تصاویر سه بعدی به نام ابلیک<sup>۱</sup> یا مایل نیز همین موضوع است.

با توجه به زاویه یال مایل نسبت به دو یال عمود و نیز شیوه اندازه‌گذاری روی هر کدام از محورها، تصاویر ابلیک به سه دسته تقسیم می‌شوند<sup>۲</sup>.

واقعیت این است که اساس ترسیم در هر سه نوع تصویر مایل یکی است. یعنی صفحه یکی از وجوه به صورت واقعی و دو وجه دیگر مایل دیده می‌شوند. در واقع دو راستا از سه راستا بر هم عمودند و ابعاد آنها واقعی است اما یال مایل می‌تواند نسبت به دو یال دیگر زوایای مختلفی مثلاً  $30^\circ$ ،  $45^\circ$  یا  $60^\circ$  درجه داشته باشد.

۱- oblique به معنای مایل می‌باشد.

۲- این سه دسته عبارتند از: کوالیر، جنرال و کابینت. در تصویر کوالیر اندازه‌گذاری بر روی هر سه محور به نسبت ۱-۱-۱ انجام می‌شود؛ در صورتی که در تصاویر جنرال

و کابینت، برای ارائه صورتی نزدیک به آنچه با چشم دیده می‌شود، از نسبت‌های دیگری بر روی محورهای سه‌گانه استفاده می‌شود.

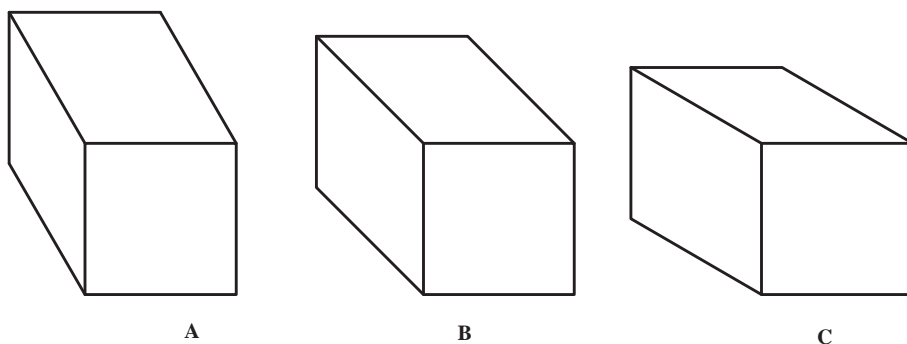
حال به شکل ۸-۲۸ نگاه کنید. در این مکعب‌ها هم یال مایل به ترتیب  $30^\circ$ ،  $45^\circ$  و  $60^\circ$  درجه ترسیم شده است. می‌بینید که این تصاویر به مراتب به نظر طبیعی‌تر می‌رسند و شباهت بیشتری به آنچه که چشم می‌بیند پیدا می‌کنند.

در شکل D که زاویه یال مایل  $30^\circ$  درجه است طول یال مایل یک سوم یال دیگر، در شکل E که زاویه یال مایل  $45^\circ$  درجه است طول یال مایل نصف دو یال دیگر و در شکل F که زاویه یال مایل  $60^\circ$  درجه است طول یال مایل دو سوم دو یال دیگر است. به این ترتیب ما می‌توانیم با انتخاب هر یک از این زوایا و رعایت تناسب هر یک، تصویر مایلی از حجم مورد نظر ترسیم کنیم ولی به نظر می‌رسد انتخاب زاویه  $45^\circ$  درجه و طول یک دوم از همه متناسب‌تر باشد.

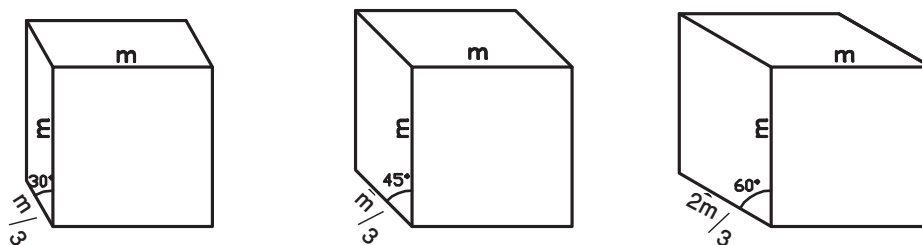
در این کتاب با ترکیبی معنادار از دو شیوه از سه شیوه فوق که تصاویر تا حد امکان به واقعیت شباهت بیشتری پیدا کند روش ترسیمی تحت عنوان کلی تصاویر مایل ارائه می‌شود که هم ساده است و هم ارائه قابل قبولی از احجام به دست می‌دهد.

## تصویر مایل

گفته شد در تصویر مایل دو راستا از سه راستا بر هم عمودند و ابعاد آنها واقعی است یال مایل می‌تواند نسبت به دو یال دیگر زوایایی مثل  $30^\circ$ ،  $45^\circ$  یا  $60^\circ$  درجه داشته باشد. به شکل ۸-۲۷ نگاه کنید. در شکل ۸-۲۷ تصویر مایل یک مکعب با سه زاویه  $30^\circ$ ،  $45^\circ$  و  $60^\circ$  درجه ترسیم شده است و در هر سه شکل A, B, C اندازه یال مایل با دو یال دیگر مساوی است. مشاهده می‌کنید که هر سه به نظر کشیده‌تر از یک مکعب می‌آیند.



شکل ۸-۲۷

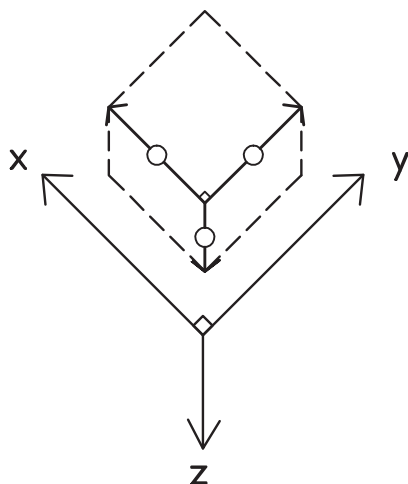


شکل ۸-۲۸

۲- تصویر مایل مکعب مربعی به ابعاد  $10 \times 10 \times 10$  را ترسیم کنید، سپس آن را از روی قطر وجه مایل نصف کنید.

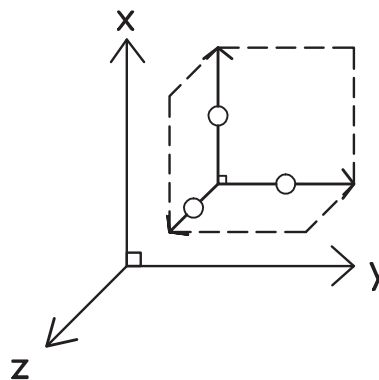
تمرین: ۱- تصویر مایل مکعب مستطیل به طول  $10$ ، عرض  $10$  و ارتفاع  $5$  را ترسیم کنید.

تصاویر مایل بسته به اهداف بیان دو نوع تصویر تهیه می‌شود.  
 ۱- تصویر مایلی که پلان به صورت حقیقی دیده می‌شود و  
 نماها مایل است مانند شکل ۲۹-۸.

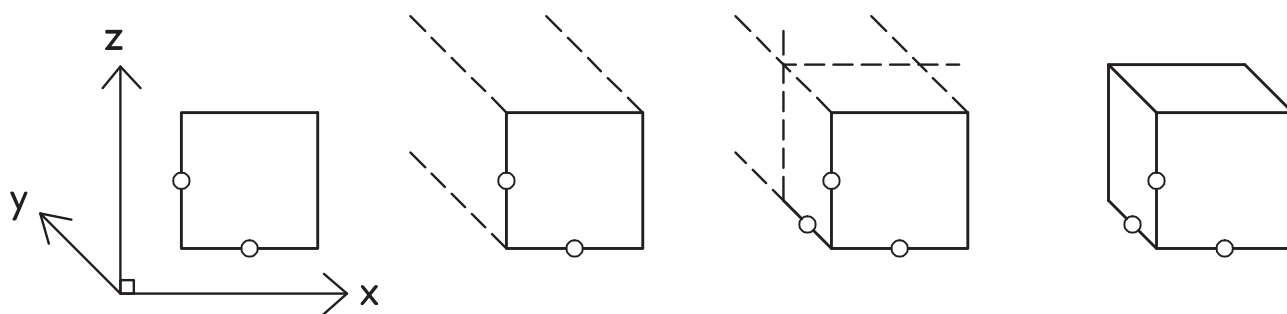


شکل ۲۹-۸

تذکر: با توجه به تمرین شماره ۲ شیوه رسم خطوط شیب‌دار مشخص می‌شود.  
 شیوه‌های ترسیم حجم در تصویر مایل: در ترسیم



۲- تصویر مایلی که نما به صورت حقیقی دیده می‌شود و پلان و یک نمای دیگر مایل است مانند شکل ۳۰-۸.



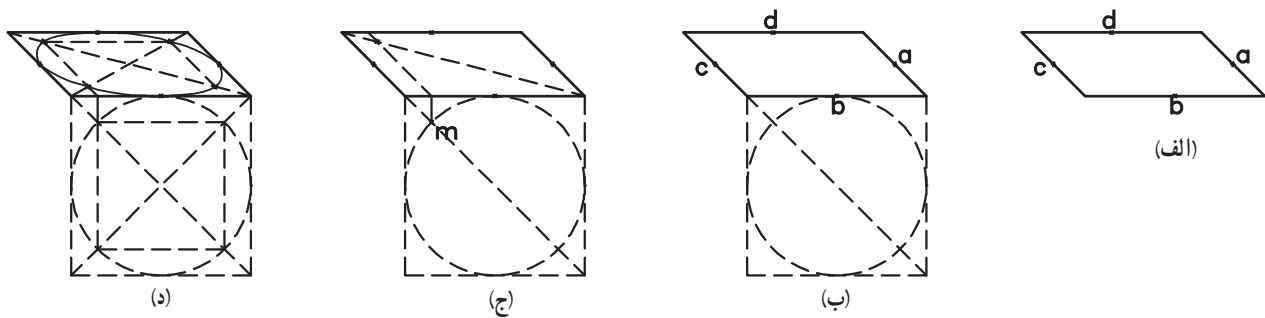
شکل ۳۰-۸

اصولی از محیط دایره مشخص می‌شود.  
 ب- بر روی ضلع افقی مربع مذکور، مربع دیگری ترسیم شده و دایره داخلی آن ترسیم می‌گردد.  
 ج- محل تلاقی قطر مربع با دایره رسم شده در مرحله ب، مشخص شده و بر روی وجه مایل منتقل می‌شود تا قطر مربع مایل را قطع نماید. نقطه به‌دست‌آمده نقطه پنجم از محیط دایره مورد نظر خواهد بود.  
 د- با انتقال نقطه پنجم بر روی قطر دیگر مربع مایل، طبق

دایره در تصویر مایل: دایره نیز در وجوه مایل شبیه یک بیضی می‌شود. روش رسم دایره در این تصاویر در شکل ۳۱-۸ آمده است. این روش به «روش نقطه‌یابی» معروف است.  
 با توجه به اینکه در تصاویر مایل دایره در وجوه مایل به صورت بیضی دیده می‌شود برای ترسیم آن، با توجه به شکل ۳۱-۸ هشت نقطه از محیط دایره مشخص شده و به هم وصل می‌شود. در این روش طبق شکل مذکور:  
 الف- وسط چهار ضلع مربع محیطی، به عنوان چهار نقطه

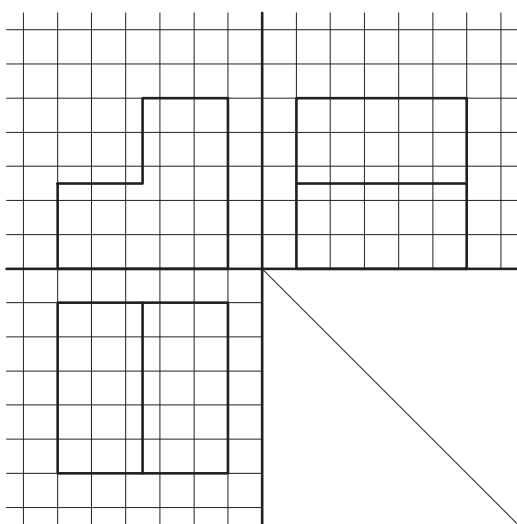
آنها به همدیگر تصویر مایل دایره ترسیم می‌شود.

مرحله د از شکل ۸-۳۱ سه نقطه دیگر به دست می‌آید. بدین ترتیب هشت نقطه به دست می‌آید که با اتصال مناسب

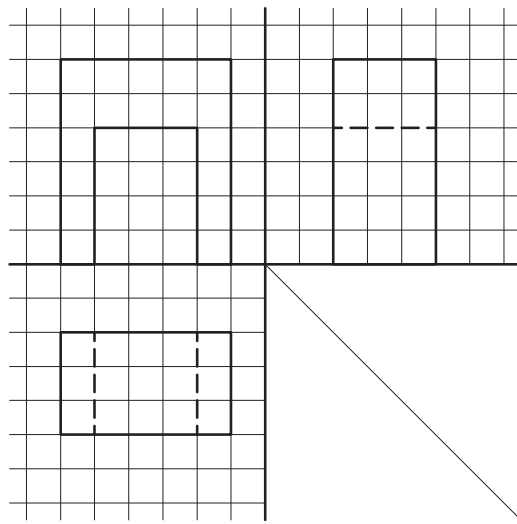


شکل ۸-۳۱

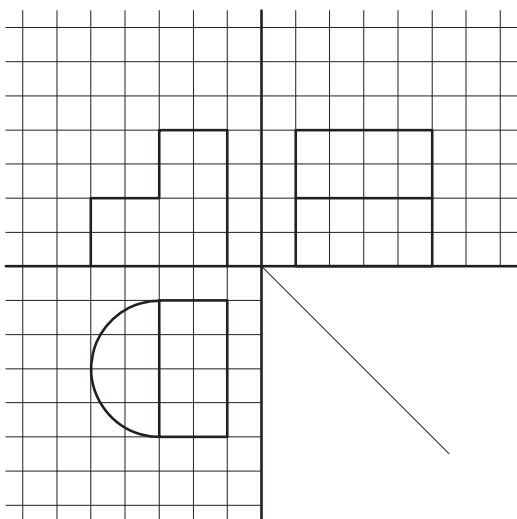
تمرین ۱: تصویر مایل احجامی را که تصاویر دوبعدی آنها در شکل‌های ۸-۳۲ تا ۸-۳۵ رسم شده است، ترسیم کنید.



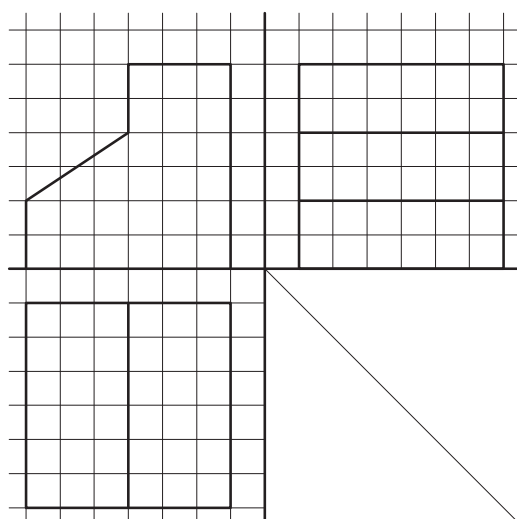
شکل ۸-۳۳



شکل ۸-۳۲

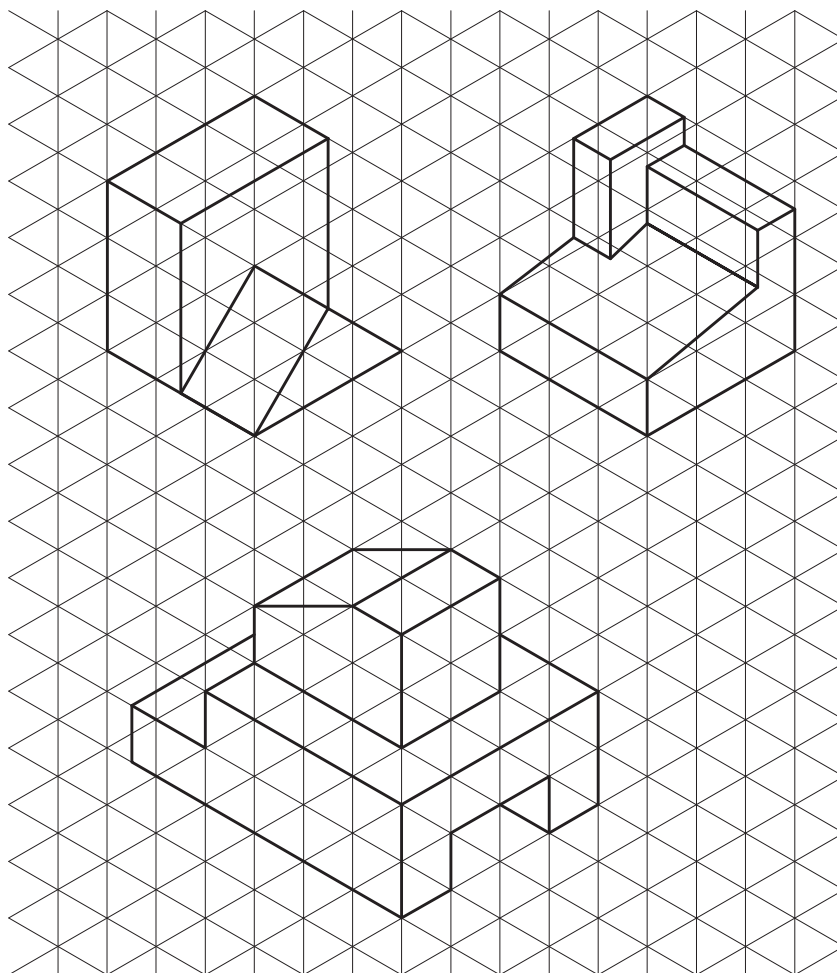


شکل ۸-۳۵



شکل ۸-۳۴

تمرین ۲: تصویر مایل احجامی را که تصاویر ایزومتریک آنها در شکل ۸-۳۶ رسم شده است، ترسیم کنید.



شکل ۸-۳۶

تمرین ۳: تصاویر مایل احجام تمرین های ۴۳-۶ تا ۴۸-۶ را ترسیم کنید.

# بخش سوم

## نقشه کشی

### نقشه‌کشی پلی میان اندیشه طراح و عمل مجری

مابین اندیشه طراح و محصول تولید شده معمولاً مرحله‌ای میانی وجود دارد به نام نقشه‌کشی. یک بافنده فرش معمولاً فرش را از روی نقشه‌ای می‌بافد که قبلاً روی کاغذ ترسیم شده است. یک نجار برای ساختن یک میز اول طرح آن را روی کاغذ ترسیم می‌کند. اگر چه ممکن است گاهی طراح فرش و بافنده آن یک نفر باشد و یا نجار میزی را بسازد که خود طرح آن را کشیده است، اما بسیاری از اوقات طراح فرش یا میز شخص دیگری است و بافنده فرش و نجار فقط مجری و سازنده آن هستند.

در گذشته به دلیل ساده بودن جوامع و محدودیت تولیدات، بسیاری از مواقع طراح و مجری یک فرد واحد بود. با پیچیده شدن جوامع و انبوه شدن تولیدات بسیار کم پیش می‌آید که طراحان محصولات، مجری طرح‌های خود نیز باشند.

هرچه محصولی صنعتی‌تر و پیچیده‌تر می‌شود جدایی مابین طراح و مجری بیشتر می‌شود تا حدی که ممکن است این دو هرگز یکدیگر را نبینند. لذا لزوم تهیه نقشه‌های دقیق‌تر بیشتر می‌شود.

نقشه‌کش ماهر کسی است که بتواند با به کارگیری صحیح از دانش هندسه و زبان نقشه‌کشی، آنچه را که در ذهن طراح شکل گرفته، که ممکن است خود او باشد، به گویاترین و بهترین شکل به مخاطب، که ممکن است هرگز او را نبیند، منتقل سازد.

در حال حاضر صنعت ساختمان با توجه به توسعه فناوری ساخت و پیچیدگی آن، هم چنین تنوع روزافزون مواد و مصالح، بسیار گسترده شده و در کار ساخت یک بنا افراد و گروه‌های زیادی با تخصص‌های مختلف مشارکت می‌کنند. گروه‌هایی که از مرحله مطالعات اولیه و تهیه نقشه تا مرحله اجرای ساختمان از پی ریزی تا نازک کاری کار می‌کنند و ممکن است بسیاری از آنها هرگز همدیگر را نبینند اما حلقه واسط بین آنها نقشه‌ها هستند.

تهیه نقشه از ایده ذهنی پیش از ساخت یک بنا سابقه‌ای طولانی دارد. بر اساس کشفیات انجام شده بعضی از ساختمان‌های اولیه از روی نقشه‌های معماری ساخته شده‌اند.





برای ساخت یک بنا به نقشه‌های متعددی نیاز است. علاوه بر نقشه‌های معماری سازه ساختمان بخش مهمی از یک بنا است و ساخت هر بنا نیازمند نقشه‌های سازه است.

علاوه بر نقشه‌های سازه برای معرفی سیستم‌های گرمایش و سرمایش ساختمان و نحوه اجرای آب و فاضلاب، تهویه و تجهیزاتی مانند آسانسور و غیره به نقشه‌های تأسیساتی احتیاج است. همچنین نقشه‌های برق و الکتریک، نحوه سیم‌کشی برای استفاده از انرژی الکتریکی، روشنایی و نیز سیستم‌های صوتی و تصویری و غیر آنها را معرفی می‌کنند. بنابراین نقشه‌های لازم برای ساختن یک بنا، به‌ویژه بناهای بزرگ عبارتند از:

نقشه‌های معماری، سازه، تأسیسات، برق و مخابرات

نقشه‌های معماری اولین نقشه‌ها از مجموعه نقشه‌های لازم برای ساخت یک بنا می‌باشند.

در بخش پیشین نحوه ترسیم احجام مختلف را بر صفحات تصویر آموزش دادیم. در واقع با الفبای زبان نقشه‌کشی معماری آشنا شدید. در این بخش، با استفاده از آموزه‌های بخش پیشین و آشنایی با ویژگی‌های زبان نقشه‌کشی معماری، طریقه ترسیم نقشه‌های معماری را خواهید آموخت.

**چند نکته مهم و قابل توجه**

نقشه‌کشی یک مهارت است.

یک نقشه خوب نقشه‌ای است که صحیح، دقیق و تمیز باشد.

هر فعالیتی اگر با حفظ کیفیت در زمان کوتاه تری انجام شود مطلوب‌تر است؛

بنابراین یک نقشه‌کش ماهر کسی است که به تحقق چهار عامل **صحت، دقت، نظافت و سرعت** در کار خویش اهتمام می‌ورزد.

اگر بتوانید هر نقشه‌ای را با توجه به مبانی و اصول کار صحیح، دقیق و تمیز ترسیم کنید اولین قدم‌ها را برای کسب مهارت در نقشه‌کشی برداشته‌اید.

تکرار هر کار سرعت شما را در آن کار افزایش می‌دهد و شما را تبدیل به یک نقشه‌کش ماهر می‌کند.



### نقشه‌کشی معماری

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

- ۱- نقش و اهمیت نقشه‌های مختلف معماری (پلان، نما، برش و پرسپکتیو) را بیان کند.
- ۲- بتواند نقشه‌های فاز یک معماری را برای یک ساختمان مسکونی یک طبقه به درستی و با دقت و ظرافت ترسیم کند.

و طراحان به مجریان و سازندگان ساختمان‌ها هستند، اطلاعات زیادی را منتقل می‌کنند.

برای این که بتوان اطلاعات را به خوبی به مخاطب منتقل کرد باید روش مناسبی برای ارائه اطلاعات به کار برد. از آنجا که کلیات مقدم بر جزئیات است ارائه نقشه‌های معماری در چند فاز انجام می‌گیرد که به ترتیب از اطلاعات کلی شروع شده و تا اطلاعات بسیار جزئی خاتمه می‌یابد، که به ترتیب به نقشه‌های مرحله مقدماتی یا فاز صفر، مرحله اول یا فاز یک و مرحله دوم یا فاز دو موسومند.

می‌دانید که برای ساختن یک بنا نیاز به داشتن اندیشه و طرحی است که می‌تواند مشخصات کلی و جزئی یک بنا را شامل شود. کلیاتی مانند حجم کلی بنا، تعداد فضاها، اندازه و تناسب آنها، ارتباط فضاها با هم و با خارج بنا، شکل و اندازه درها و پنجره‌ها و غیره، تا جزئیاتی مانند نوع، جنس و رنگ مصالح و تجهیزات به کار رفته در آن. همچنین طراح می‌تواند اطلاعات ریزتر و جزئی‌تری مانند چگونگی اجرای دیوارها، کف‌ها، سقف‌ها، بازشوها و غیره را نیز به مجری یا مجریان بنا ارائه دهد. به این ترتیب نقشه‌ها، که واسطه انتقال ایده و اندیشه طراح

## مرحله مقدماتی یا فاز صفر

ابهامات زیادی دارد، و پرسپکتیوها از نقشه‌های پلان و نما مهم‌تر هستند. در این فاز گاهی دو یا چند ایده به کارفرما ارائه می‌شود تا از بین آنها انتخاب کند. در شکل ۹-۱ نمونه‌ای از یک اسکیس را می‌بینید.

در نقشه‌های فاز صفر معمولاً ایده‌های کلی طرح به مخاطب ارائه می‌شود. در این مرحله به نقشه‌های ارائه شده اسکیس می‌گویند. در این مقطع از روند طراحی معمولاً طرح



شکل ۹-۱

## مرحله اول یا فاز یک

می‌باید کلیه اطلاعات لازم در مورد نحوه اجرای بنا از پی‌ریزی گرفته تا نحوه اتصال پنجره به دیوار و غیره را نمایش دهد. همچنین مشخصات کلیه مواد و مصالح انتخابی برای آن، از بتن پی تا سنگ کف و رنگ دیوارها و... در این نقشه‌ها ارائه داده می‌شود.

یک نقشه اجرایی کامل نباید پرسش زیادی برای مجری در مورد چگونگی اجرای بنا از پی‌ریزی و سازه گرفته تا نازک‌کاری باقی‌گذارد.

در این فصل از کتاب برای یادگیری بهتر، از نحوه ترسیم

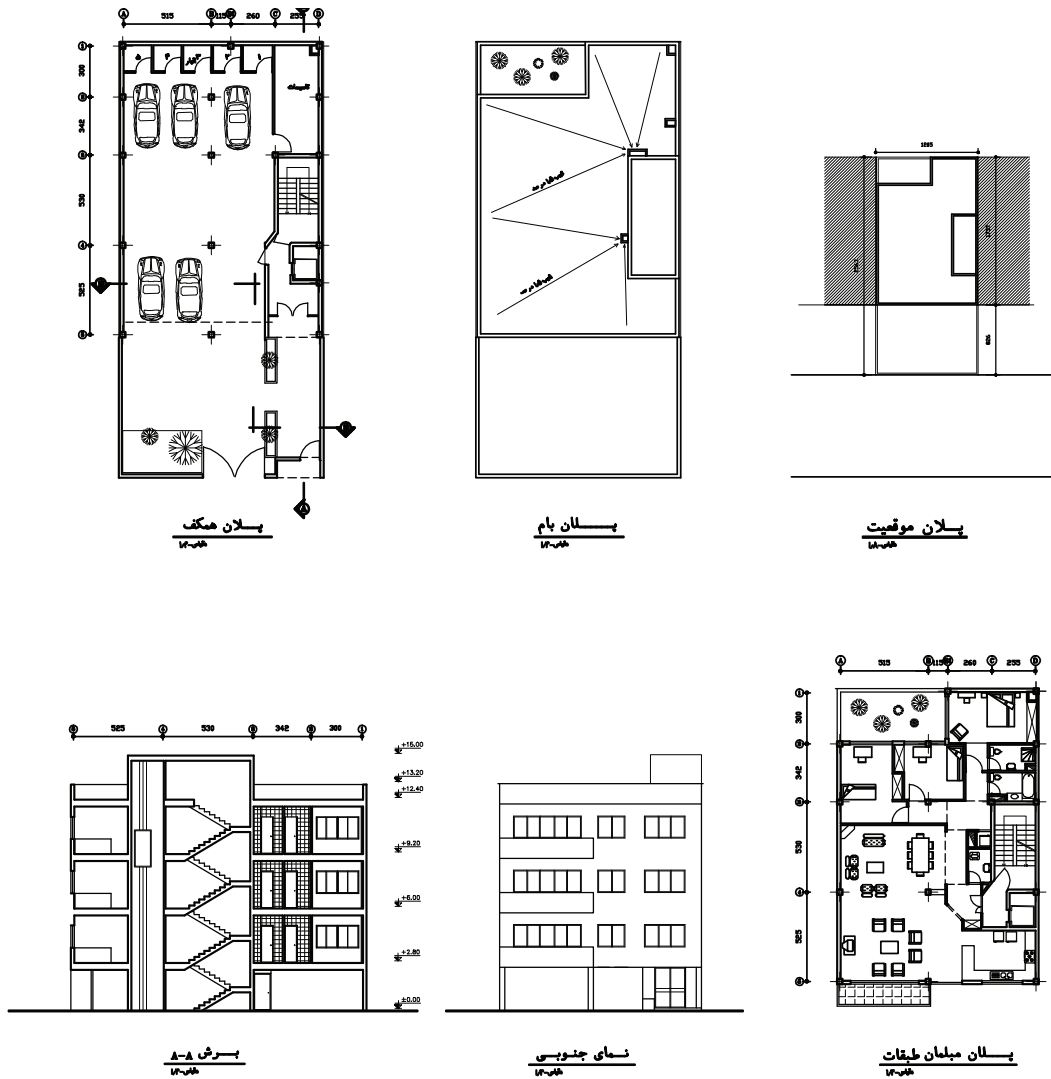
نقشه‌های فاز یک در مرحله‌ای ترسیم می‌شود که ایده کلی طرح از طرف کارفرما پذیرفته شده و طراح با دقت بیشتری طراحی فضاها را انجام داده است. نماها شکل روشن‌تری گرفته‌اند و طراح در مورد جزئیات بیشتری تصمیم‌گیری کرده، اما هنوز جزئیات بسیاری بیان نشده باقی مانده است. در این مرحله پلان و نما و برش اهمیت بیشتری دارد.

## مرحله دوم یا فاز دو

نقشه‌های فاز دو یا نقشه‌های اجرایی نقشه‌هایی هستند که

ترسیم نقشه‌های فاز دو در درس نقشه‌کشی معماری آموزش داده خواهد شد.  
در شکل ۹-۲ نمونه‌ای از یک نقشه فاز ۱ نشان داده شده است.<sup>۱</sup>

و قواعد و قراردادهای به کاررفته در کلیات نقشه‌های معماری آغاز می‌کنیم و به تدریج بر نکات و جزئیات بیشتر اضافه خواهیم کرد. و در نهایت ترسیم نقشه‌های فاز یک معماری را خواهیم آموخت.



شکل ۹-۲

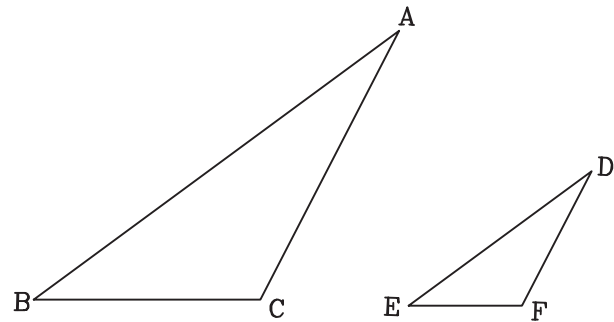
۱- هنرآموزان محترم توجه داشته باشند که نقشه‌های ارائه شده صرفاً جهت آشنایی هنرجویان است.

## مقیاس در ترسیم فنی<sup>۱</sup>

پیش از پرداختن به مبحث نقشه‌کشی معماری لازم است مفهوم مقیاس را در ترسیم نقشه‌های فنی خوب درک کنیم. در بخش هندسه مفهوم تشابه بیان شد. دانستید فرق بین تساوی دو شکل و تشابه آنها این است که در دو شکل مساوی اندازه زوایا و اضلاع متناظر با هم مساوی است، اما دو شکل مشابه دو شکلی هستند که زوایای آنها با هم مساوی است اما اندازه اضلاع آنها مساوی نیست بلکه متناسب است. مثلاً اندازه اضلاع یکی دو برابر دیگری است. تشابه در واقع مبنای مقیاس است.

برای مثال در شکل ۳-۹ اضلاع مثلث ABC ۳، ۴ و ۶ است و اضلاع مثلث DEF ۲، ۱/۵ و ۳ می‌باشد. بنابراین چه در تشابه دو مثلث در بخش یک دیدید، این دو مثلث متشابهند. اگر اضلاع این دو مثلث را با هم مقایسه کنیم می‌توانیم بگوییم مثلث ABC دو برابر مثلث DEF است. به عبارت دیگر اگر مثلث ABC را شکل اصلی فرض کنیم می‌توانیم بگوییم مثلث DEF در قیاس با مثلث ABC یک دوم آن است یعنی مقیاس این شکل نسبت به شکل اصلی یک دوم یا ۱/۲ است.

آیا می‌توانید بگویید اگر اضلاع مثلث MNP ۹، ۱۲ و ۱۸ باشد مقیاس آن نسبت به مثلث ABC چقدر است؟



شکل ۳-۹

آری مقیاس آن سه یکم یا ۳/۱ است. یعنی این مثلث سه برابر مثلث ABC است.

ما می‌توانیم نقشه اشیاء و احجام پیرامون خود را در مقیاسی

بزرگتر یا کوچکتر از اندازه اصلی آنها ترسیم کنیم. در ترسیم قطعات صنعتی گاهی ممکن است بتوانیم نقشه یک قطعه صنعتی را در اندازه واقعی آن ترسیم کنیم و این کار با محدودیت کاغذ عملی باشد، اما برای ترسیم نقشه یک کشور، یک شهر، یک ساختمان و بسیاری از قطعات صنعتی که ابعاد آنها بسیار بزرگ است، نمی‌توانیم آنها را به اندازه واقعی رسم کنیم. بنابراین ناچاریم آنها را آن قدر کوچک کنیم تا در کاغذهای معمولی و قابل حمل جا بگیرد.

مقیاس نقشه‌های جغرافیایی بسیار کوچک است یعنی مثلاً ما نقشه یک کشور را پنجاه هزار بار کوچک می‌کنیم تا بتوانیم تمام آن را در یک صفحه کاغذ مشاهده کنیم. یا نقشه یک شهر را مثلاً در مقیاس یک پنج هزارم ترسیم می‌کنیم. مقیاس در نقشه‌های معماری بزرگتر است. و معمولاً بین ۱/۲۰۰، ۱/۱۰۰ و ۱/۵۰ ترسیم می‌شود. البته در ترسیم نقشه‌های موقعیت بنا ممکن است مقیاس‌های ۱/۵۰۰ و حتی ۱/۱۰۰۰ نیز استفاده شود. همچنین برای ترسیم جزئیات نیز از مقیاس‌های بزرگتر ۱/۲ تا ۱/۵ نیز استفاده می‌شود.

اگر معنای مقیاس را درک کرده باشید، آیا می‌توانید بگویید اگر ابعاد زمین مستطیل شکلی ۱۰۰ متر در ۴۰ متر باشد، و ما بخواهیم این زمین را در مقیاس ۱/۱۰۰ ترسیم کنیم ابعاد مستطیلی که می‌کشیم چقدر است؟

اگر بخواهیم آن را در مقیاس ۱/۵۰ ترسیم کنیم مستطیل چه ابعادی خواهد داشت؟

### تمرین

۱- ابعاد سطح یک میز ۱۲۰ سانتی‌متر در ۸۰ سانتی‌متر است. اگر برای ترسیم نقشه سطح میز مستطیلی به طول ۱۲ و عرض ۸ سانتی‌متر کشیده باشیم میز را در چه مقیاسی ترسیم کرده‌ایم؟

۲- ابعاد روبه یک تخت ۲ متر در ۹۰ سانتی‌متر است. اگر بخواهیم نمای افقی تخت را در مقیاس ۱/۵۰ ترسیم کنیم ابعاد آن چند سانتی‌متر می‌شود؟

۳- طول زمینی ۱۶/۲۰ متر و عرض آن ۷/۸۰ متر است در مقیاس ۱/۵۰ ابعاد آن چقدر می‌شود؟

۱- شایسته است در این مرحله هنرآموزان محترم هنرجویان را با اشل و کاربرد آن آشنا سازند.

## ترسیم فنی اساس نقشه‌کشی معماری

در بخش ترسیم فنی چگونگی ترسیم یک حجم را بر صفحات تصویر آموختید. نمای افقی، نمای قائم و نمای نیمرخ. دانستید که می‌توانید با تغییر جهت حجم یا صفحات تصویر حداقل پنج نمای یک حجم را ترسیم کنید. همچنین آموختید که با کمک برش زدن از یک حجم در جهات مختلف می‌توانید اطلاعات روشنی از درون حجم ارائه کنید. آنچه را که در بخش پیشین آموختید اساس و بنیان نقشه‌کشی معماری بود.

یک بنای معماری نیز در واقع یک حجم تو خالی است، و می‌توان از جهات مختلف به آن نگاه کرد و نماهای مختلف آن را ترسیم نمود.

آنچه که نقشه‌های احجام معماری را از تصاویر احجام انتزاعی بخش پیشین متمایز می‌کند چند ویژگی است که در موارد زیر خلاصه می‌شود:

- ۱- ممکن است که یک بنا هم‌جوار و چسبیده به بنای دیگری باشد، بنابراین لزوماً از چهار جهت نما ندارد.
- ۲- با داشتن چهار نما و احیاناً یک یا چند برش از احجام مشابه احجام بخش پیش می‌توانیم آن احجام را بسازیم.

اما جزئیات یک حجم معماری بسیار بیشتر از احجام انتزاعی بخش پیشین است. بنابراین برای اجرای یک بنا نیاز به اطلاعات بیشتری از نماها و برش‌ها داریم.

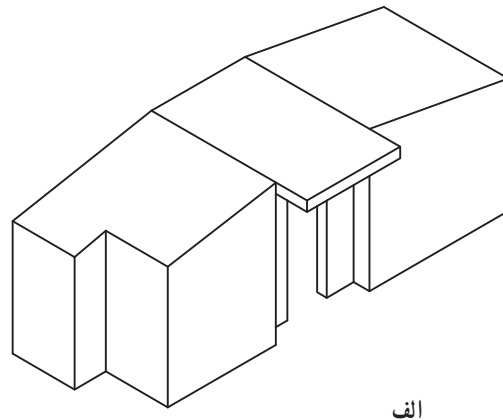
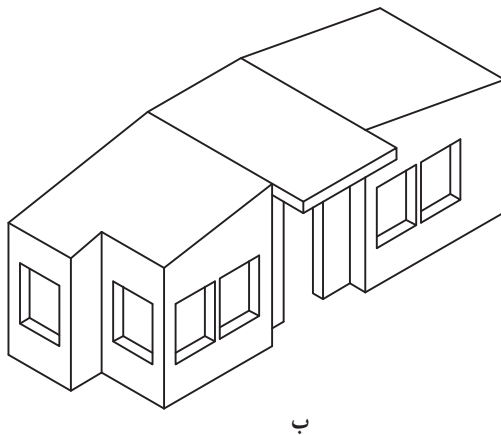
۳- اطلاعات داخلی یک بنای معماری بسیار زیاد است، بنابراین برش‌ها در نقشه‌های معماری اهمیت بسیار زیادی دارند.

۴- نام گذاری و معرفی این نقشه‌ها با توجه به کاربرد آنها به عنوان نقشه‌های معماری با نام گذاری احجام انتزاعی بخش پیشین متفاوت است.

۵- بعضی از علائم و نمایش بعضی از خطوط در نقشه‌های معماری متفاوت با ترسیم فنی است.

اگر دقت کرده باشید بسیاری از احجام بخش گذشته شبیه احجام معماری بود. حال به شکل ۴-۹ الف توجه کنید، آیا این همان حجم شکل ۲۹-۷ نیست؟

در شکل ۴-۹ ب همان حجم را می‌بینید که در سطوح بیرونی آن حفره‌هایی ایجاد شده است، وجود حفره‌هایی که محل تعبیه در و پنجره است تصور ما را از آن حجم انتزاعی به سمت یک حجم معماری برده است.

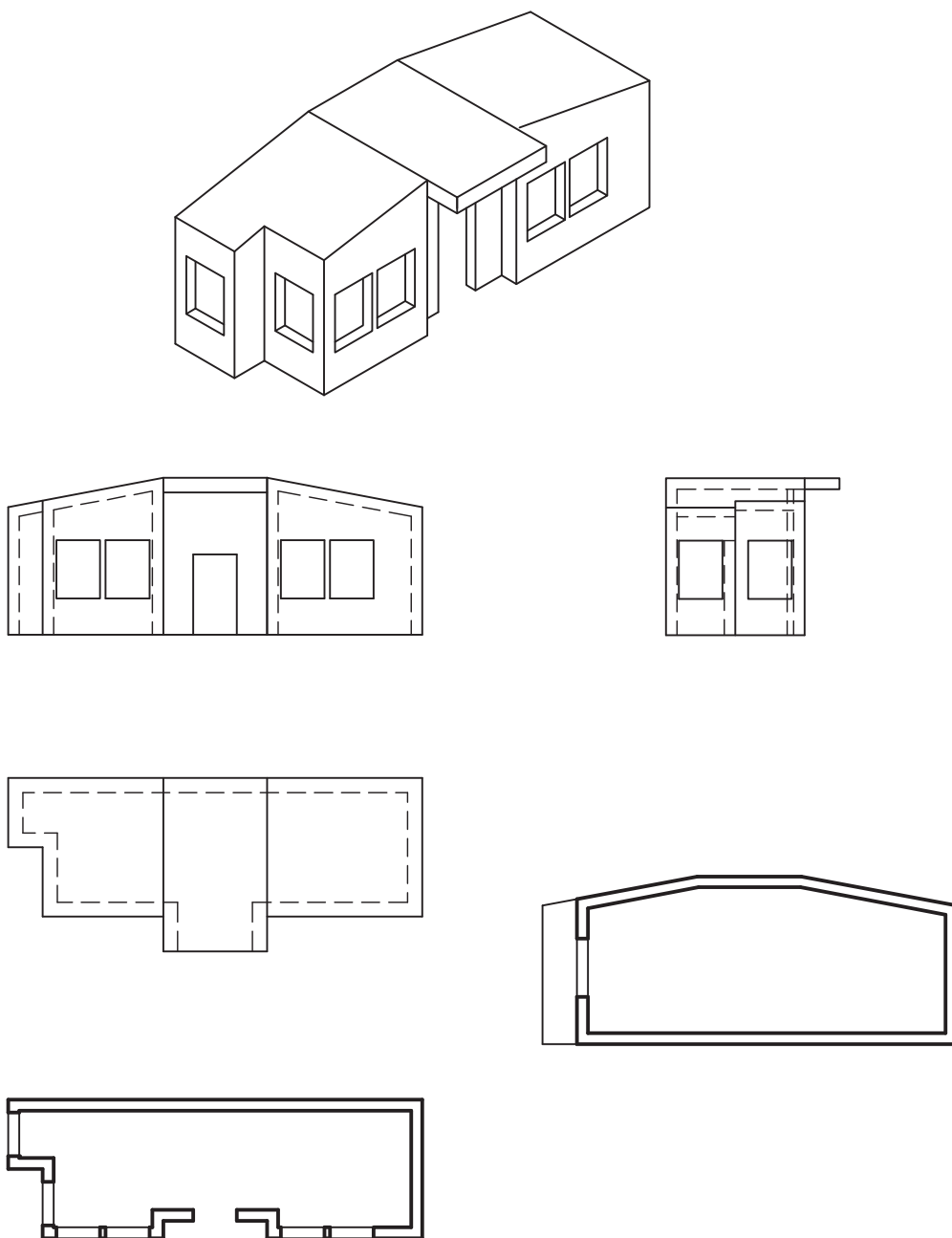


شکل ۴-۹

### الف) ترسیم کلیات در نقشه‌های معماری

حجم را با یک صفحه افقی و یک صفحه قائم برش داده، نمای سطوح برش خورده را رسم کنیم ترسیمات مشابه شکل ۹-۵ می‌شود.

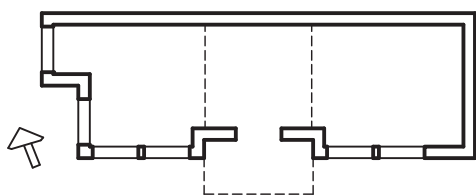
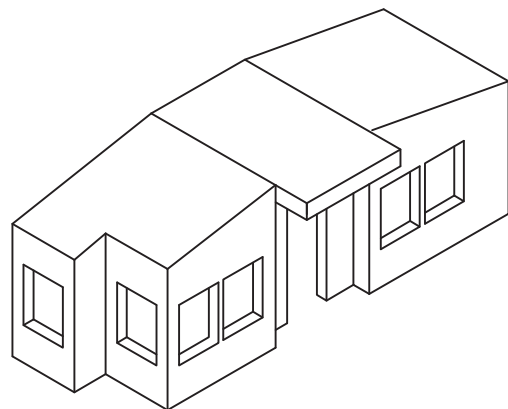
اگر بخواهیم مطابق آنچه در بخش پیشین آموختیم نماهای حجم ۹-۴- ب را، به عنوان یک حجم انتزاعی ترسیم کنیم و نیز



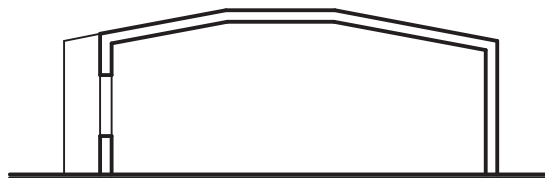
شکل ۹-۵

حالا به شکل های ۹-۶ با دقت توجه کنید. این شکل ها تصاویری دو بعدی از همان حجم است که آن را به عنوان یک بنای معماری و با زبان نقشه های معماری معرفی کرده است.

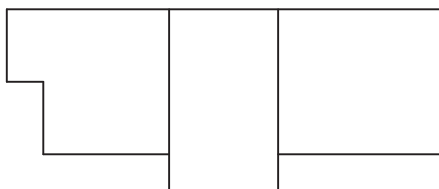
در ادامه با مقایسه هر یک از شکل های ۹-۵ با شکل های ۹-۶ با نکات و علائم ویژه نقشه های معماری و تفاوت های آن با نقشه های ترسیم فنی بیشتر آشنا می شوید.



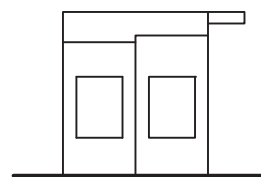
پلان همکف  
مقیاس ۱/۲



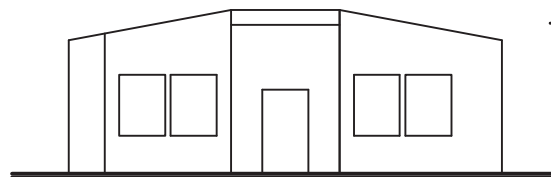
برش A-A  
مقیاس ۱/۲



پلان بام  
مقیاس ۱/۲



نمای غربی  
مقیاس ۱/۲



نمای جنوبی  
مقیاس ۱/۲

شکل ۹-۶



## برش افقی یا پلان

در شکل ۹-۶ برش افقی با نام پلان<sup>۱</sup> معرفی شده است. این نقشه مهم‌ترین و اصلی‌ترین تصاویر معماری است. زیرا بناهای معماری معمولاً دارای فضاهای متعددی با اندازه و تناسبات مشخص هستند، و این نقشه نشان‌دهنده فضاهای داخلی و چگونگی ارتباطات آنها با هم است.

دانستیم پلان، که یک برش افقی از ساختمان است، از مهم‌ترین و اولیه‌ترین نقشه‌های معماری می‌باشد.

آیا می‌توانید بگویید که این برش از چه ارتفاعی از بنا زده می‌شود؟

به شکل ۹-۷ نگاه کنید :

سه برش متفاوت الف، ب و ج از بنا زده شده است. کدام

یک اطلاعات بیشتری به مخاطب می‌دهد و مناسب‌ترین است؟

درست حدس زده‌اید. برش ب مناسب‌ترین برش از بنا

است. زیرا بیشترین اطلاعات را از آن می‌دهد.

بنابراین پلان به عنوان مهم‌ترین نقشه از مجموعه

نقشه‌های معماری برای معرفی یک بنا، یک برش افقی از

بنا است و از محلی ترسیم می‌شود که تا حد امکان همه

بازشوهای بنا به بیرون و نیز مابین فضاهای داخلی را نشان

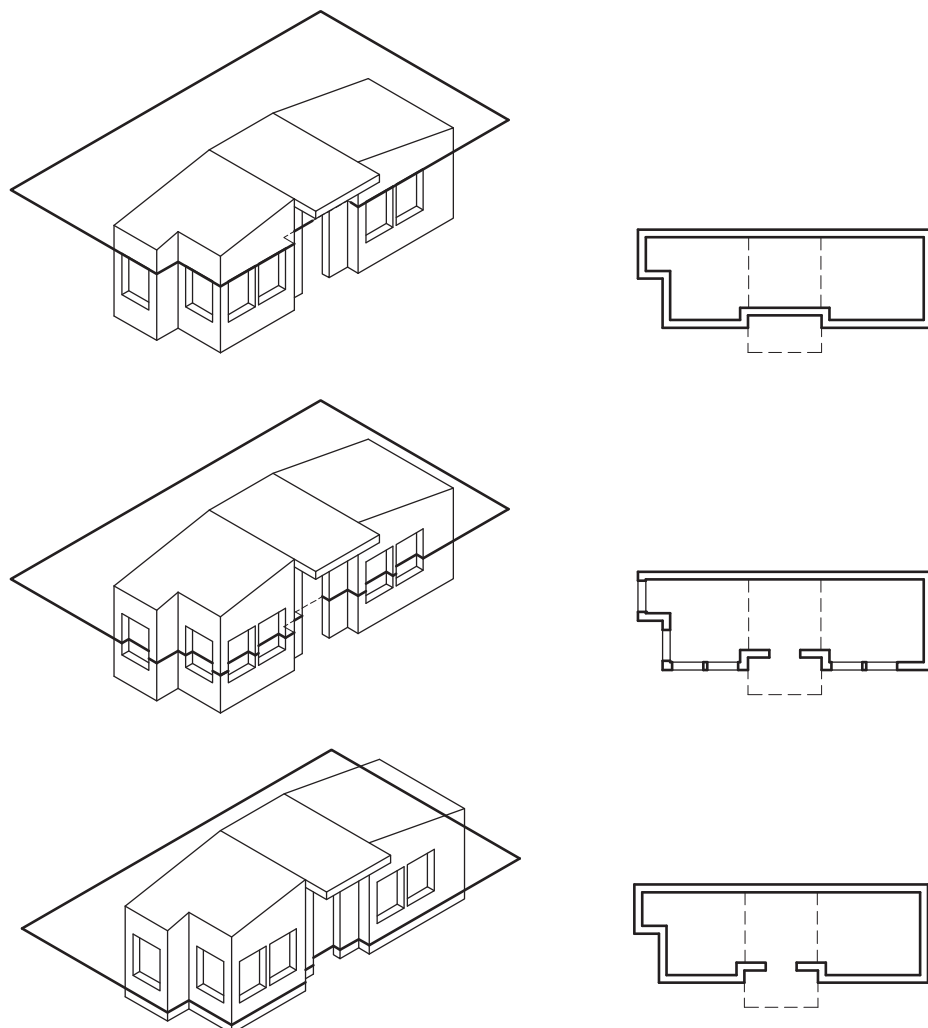
دهد (همه درها و پنجره‌ها)

واضح است که به علت عدم وجود نقشه دیگری که به آن

ارجاع شود محل دقیق آن تعیین نمی‌شود.

اگر بنایی چند طبقه باشد باید به تعداد طبقات غیر مشابه از

آن برش افقی ترسیم کرد.



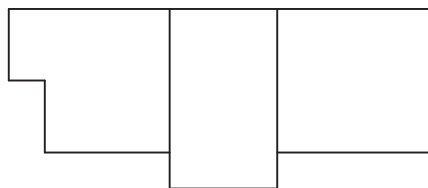
شکل ۹-۷

۱- اگرچه پلان یک واژه لاتینی است اما در حال حاضر به جای برش افقی نام رایج در نقشه‌های معماری است.

## پلان بام

پلان بام هم از تصاویر لازم نقشه‌های معماری است. اگر چه اطلاعات آن معمولاً از پلان طبقات بسیار کمتر است اما ضروری و لازم است. زیرا در واقع یکی از نماهای ساختمان محسوب می‌شود و در معرض دید ناظرین بیرون از بنا در ارتفاعات بالاتر قرار می‌گیرد. ضمن آنکه علاوه بر حجم پلکان دسترسی به بام، ممکن است بخشی از تأسیسات بنا مانند اتاق آسانسور کولرها یا خنک‌کننده‌ها روی بام قرار داده شود که در نقشه بام دیده می‌شود.

به شکل ۸-۹ توجه کنید. می‌دانید که این شکل تصویر افقی یا تصویر از بالای حجم است. دقت دارید که این شکل پلان بام، نام گذاری شده است. تفاوت مهم این تصویر با نمای افقی شکل ۵-۹، علاوه بر نام آن، در عدم ترسیم خط چین که معرف خطوط مخفی است، می‌باشد. از آنجا که بناهای معماری فضاهای تو خالی و متعددی دارند که درون آنها هم عناصر مختلفی وجود دارد ترسیم خطوط پشت نما عملاً نه تنها اطلاعات مفیدی به مخاطب نمی‌دهد بلکه سبب گیجی و آشفتگی ذهنی مخاطب می‌شود.



شکل ۸-۹

بنابراین در نقشه‌های معماری، خطوط مخفی، به شکلی که در ترسیم فنی رسم می‌شود ترسیم نمی‌شود. اما در نقشه‌های معماری خطوط خط چین وجود دارند که معرف و بیان‌کننده عناصر دیگری در نقشه‌ها هستند.

## خط چین در نقشه‌های معماری

در نقشه‌های معماری خط چین معمولاً در پلان برش خورده یا پلان طبقات دیده می‌شود و نمایانگر خط‌هایی است که در بالای سطح برش خورده وجود داشته و برداشته شده است.

اگر به تصویر ۵-۹ دقت کنید پیش آمدگی سقف بنا که با برش زدن در پلان برداشته شده به صورت خط چین نمایش داده شده است.

## نقشه پلان و علامت جهت شمال

یک بار دیگر به شکل ۵-۹ توجه کنید. در کنار آن علامت کوچکی می‌بینید که جهت شمال را نشان می‌دهد. در معماری هر بنایی در زمین خاصی مستقر می‌گردد. و چون شرایط اقلیمی از جمله جهت حرکت خورشید، جریان باد و غیره در طراحی یک معماری مطلوب و مناسب مؤثر است، این موضوع که بنا، با توجه به جهات چهارگانه چگونه در زمین قرار گرفته اهمیت زیادی دارد. بنابراین همیشه در نقشه‌های پلان جهت شمال باید مشخص باشد.

نقشه‌های پلان را در صفحات نقشه باید به نحوی قرار داد که جهت شمال نقشه به سمت بالا باشد یا به عبارت دقیق‌تر علامت شمال به جهت بالای برگه نقشه تمایل داشته باشد. مگر در موارد استثنایی که به علت ابعاد نقشه یا کاغذ این امر امکان‌پذیر نباشد.

دقت کنید که جهت شمال لزوماً به موازات یکی از اضلاع مستطیل محیطی ساختمان نیست اما جهت یکی از اضلاع آن نزدیک‌تر به جهت شمال است. همچنان که می‌بینید این ضلع به موازات لبه عمودی صفحه نقشه قرار گرفته است.

## نماهای معماری

نماهای معماری در واقع همان نمای قائم در ترسیم فنی هستند با دو تفاوت. تفاوت اول همان عدم ترسیم خطوط مخفی است مشابه آنچه که در مورد نمای افقی و پلان بام گفته شد. تفاوت دوم وضعیت صفحات تصویر است. در ترسیم فنی ابتدا صفحات تصویر را فرض می‌کردیم آن‌گاه جسم یا حجم را در مقابل آنها قرار می‌دادیم و تصاویر آن را بر صفحات مذکور ترسیم می‌کردیم. برای نام‌گذاری تصاویر نیز از نام تصاویر استفاده می‌کردیم. مانند تصویر قائم، تصویر نیم رخ راست یا تصویر نیم رخ چپ.

در نقشه‌های معماری در ترسیم تصاویر بیرونی بنا یا نماها،

اصولی آن می‌باشد خط زمین در نماها و برش‌های معماری اهمیت ویژه‌ای دارد، و به صورت یک خط ضخیم ترسیم می‌شود که از دو سمت نما اندکی بیرون زده تا گسترش آن را نسبت به ابعاد ساختمان نشان دهد.

### ترسیم نما

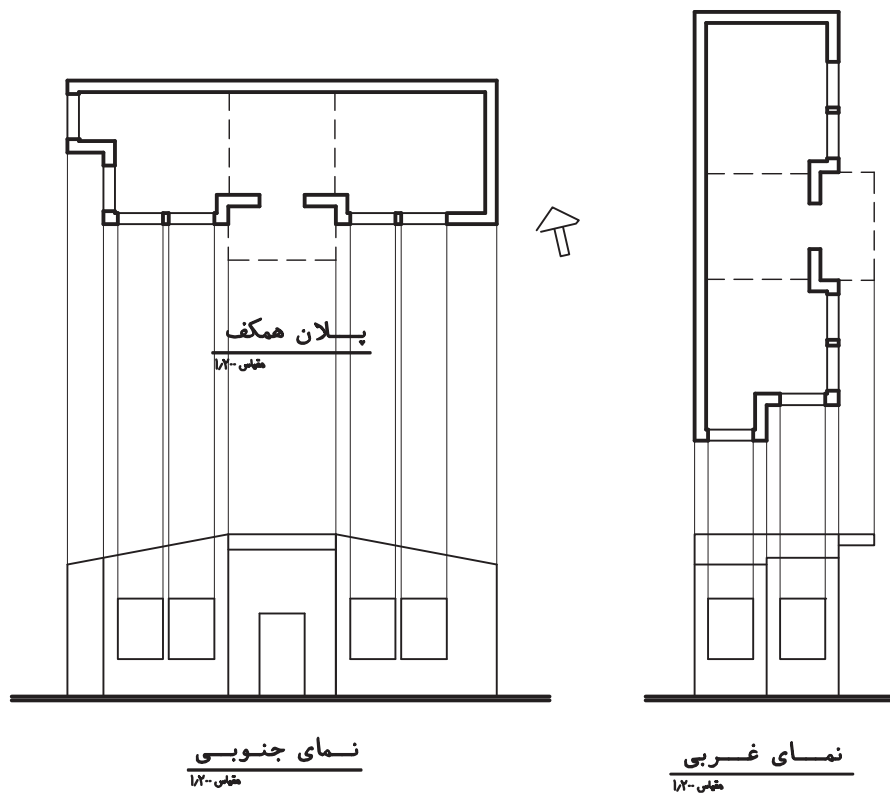
در ترسیم فنی آموختید که نمای قائم و نمای افقی به هم وابسته‌اند. در ترسیم نقشه‌های معماری نیز پلان اولین نقشه‌ای است که ترسیم می‌شود بنابراین اندازه‌های بعد افقی نما در پلان رسم شده است، پس برای ترسیم نما نیازی به اندازه‌گیری و رسم مجدد خطوط افقی نیست. این اندازه‌ها از طریق انتقال خطوط از پلان قابل ترسیم است. بنابراین پس از انتقال اندازه‌های افقی، می‌توان اندازه ارتفاع‌ها را مطابق مشخصات ساختمان تعیین نمود و نما را تکمیل کرد (شکل ۹-۹).

صفحات فرضی قائم معمولاً موازی صفحات اصلی و غالب در بنا فرض می‌شوند. یعنی اگر پلان ساختمانی با نادیده انگاشتن برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های حجمی، در قالب کلی یک مربع مستطیل قرار بگیرد، نماهایی که از جسم ترسیم می‌شود در صفحاتی است که موازی خطوط طول و عرض آن مربع مستطیل است.

در نام گذاری نیز از جهت جغرافیایی استفاده می‌شود. یعنی با توجه به علامت شمال در نقشه پلان، جهتی که نما رو به آن دارد به نام آن جهت نام گذاری می‌شود. یعنی مثلاً نمایی که رو به جنوب است نمای جنوبی نام می‌گیرد. به تصاویر شکل ۸-۹ و نام آنها توجه کنید.

### خط زمین

از آنجا که ساختمان روی زمین قرار دارد و زمین بستر



شکل ۹-۹

## برش‌های عمودی

چنان که بیشتر اشاره شد برش‌ها در نقشه‌های معماری به ویژه در ترسیم نقشه‌های یک بنای پیچیده اهمیت زیادی دارند. زیرا می‌توانند اطلاعات زیادی درباره ارتفاع فضاها، مختلف و جداره‌های داخلی بنا به مخاطب بدهند. به ویژه که بنا از یک طبقه بیشتر باشد. در این صورت فقط با کمک برش عمودی می‌توانیم نحوه ارتباط طبقات را با یکدیگر بیان کنیم.

تعداد برش‌ها و انتخاب محل آنها بستگی به نوع نقشه، وسعت و پیچیدگی بنا دارد. آنچه مسلم است این است که همه فضاهایی که نسبت به فضاها، اصلی دارای اختلاف ارتفاع هستند یا در جداره داخلی ویژگی خاصی دارند باید معرفی شوند.

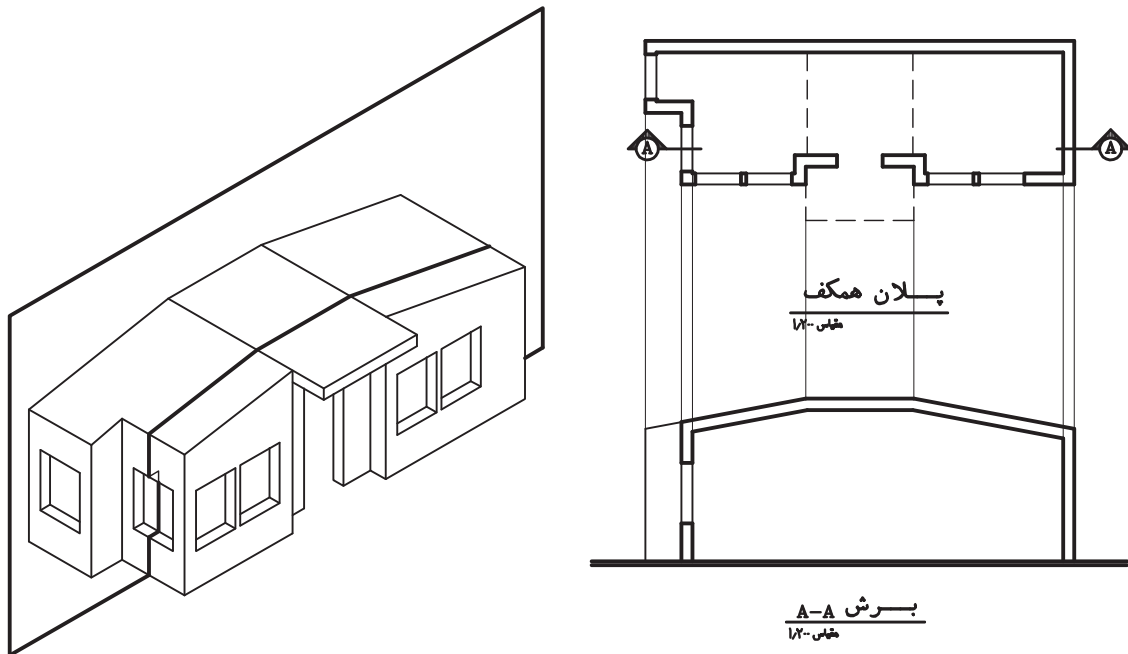
پله‌ها از عناصری هستند که می‌باید در برش‌های عمودی دیده شوند تا چگونگی ارتباط طبقات مختلف و اختلاف سطح‌ها مشخص شود.

## ترسیم برش

ترسیم برش‌های عمودی در نقشه‌های معماری بسیار مشابه برش قائم در ترسیم فنی است. در واقع برش نوعی نما از داخل بنا است با این تفاوت که سطوح برش خورده مانند پلان با ضخامت بیشتر نمایش داده می‌شود تا از سطوحی که با صفحه برش تماس نداشته‌اند متمایز شود. در برش‌ها هم مشابه نما خط زمین باید ترسیم شود.

اشاره شد که برش‌ها می‌باید همه اطلاعات لازم را به مخاطب بدهند. این امر در فاز دو اهمیت زیادی می‌یابد. اما لازم است برای جلوگیری از اتلاف وقت و انرژی سعی شود برش‌ها از نقاطی انتخاب شود که با حداقل برش همه اطلاعات به مخاطب ارائه گردد.

مسلم است که جای دقیق برش‌های عمودی در پلان باید مشخص باشد. برش‌ها باید نام گذاری شود. علامت فلش نشان می‌دهد که صفحه برش از کجا گذشته است، و جهت فلش نشان‌دهنده بخشی از بنا است که در مقابل دید ناظر قرار دارد.



شکل ۱-۹

## نشان دادن علامت برش در پلان

برش عمودی همچنان که می‌دانید یک صفحه عمودی است که در حالت عادی تمام طول پلان را طی کرده آن را قطع می‌کند. تصویر این صفحه فرضی در پلان به صورت یک خط ممتد دیده می‌شود. در موقع ترسیم اولیه نقشه، این خط فرضی رسم می‌شود که نقاط برش خورده در پلان کاملاً مشخص شود. اما در ارائه نهایی ترسیم امتداد صفحه در طول نقشه به هیچ وجه ضروری نیست و بهتر است که به نمایش امتداد خط برش در دو سر نقشه با نشان دادن جهت برش اکتفا شود. زیرا ترسیم امتداد خط برش در داخل پلان سبب اغتشاش بصری در نقشه شده و در خوانایی و زیبایی نقشه تأثیر می‌گذارد.

## ضخامت خطها در نقشه‌های معماری

در نقشه‌های معماری نیز ضخامت خطها برای بیان گویاتر نقشه‌ها اهمیت بسیار دارد. ضخامت خطها در نقشه‌ها به طور کلی بستگی به مقیاس نقشه دارد. یعنی نقشه‌ای که مقیاس آن بزرگتر است ضخامت خطهای آن نسبت به نقشه‌ای با مقیاس کوچکتر بیشتر است.

خطهایی که در یک نقشه معماری، به ویژه در پلان‌ها و برش‌ها، وجود دارند می‌توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

۱- خطهای برش خورده یا خطهایی که با صفحه برش

تماس یافته‌اند. این خطها از خطوط دیگر ضخیم‌ترند و معمولاً در نقشه‌های یک صدم در حدود ۵/۰ ترسیم می‌شوند.

۲- خطهای برش نخورده یا خطهایی که به صورت نما دیده می‌شوند. این خطها بهتر است با ضخامت کمتر و حدود نصف خطهای برش خورده نشان داده شوند.

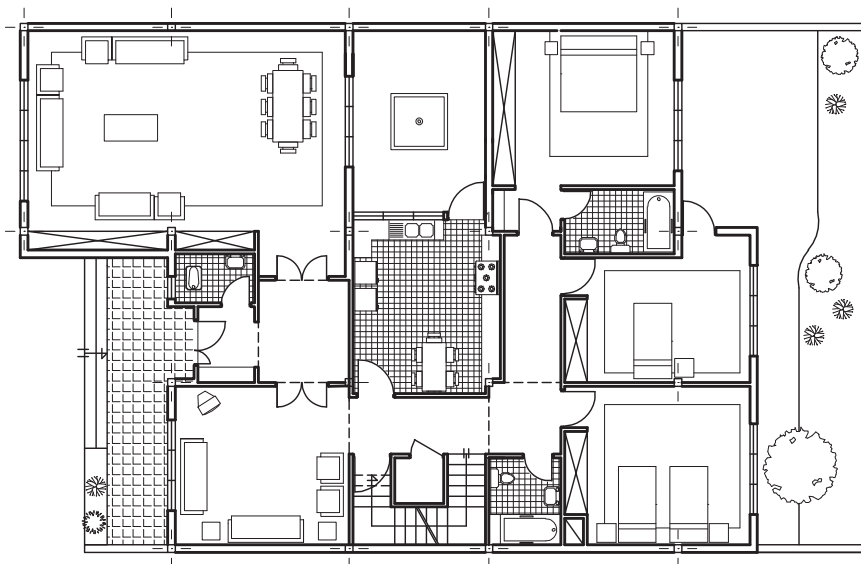
۳- خطهای مجازی یعنی خطهایی که برای نشان دادن نحوه کارکرد بعضی از عناصر مانند جهت حرکت پله یا جهت بازسوی در استفاده می‌شوند. این خطها بهتر است از خطهای نما نازک تر نشان داده شوند.

۴- خط چین، که در نقشه‌های معماری نمای معکوس سقف است، مشابه خطهای نما یا کمی نازکتر از آن ترسیم می‌شود.

۵- در ترسیم نما هم با توجه به اهمیت خطها می‌توان از دو یا سه ضخامت مختلف در ترسیم استفاده کرد. همچنین می‌توان از تغییر ضخامت خط برای نمایش عمق نما بهره برد.

در ترسیم نقشه با دست و با استفاده از قلم رایید فاصله ضخامت هر قلم با قلم بعدی ۱/۰ است اما در نقشه‌هایی که با رایانه ترسیم می‌شود می‌توان از ضخامت‌های با فواصل کمتر استفاده کرد و بر زیبایی و گویایی نقشه افزود.

به ضخامت خطها در شکل ۹-۱۱ که در مقیاس ۱/۲۰۰ ترسیم شده توجه کنید.

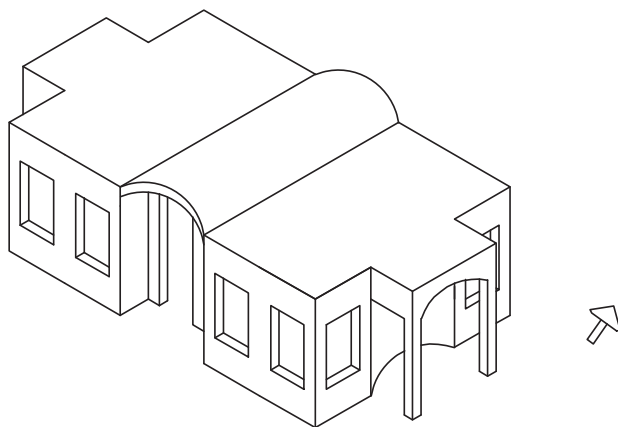


شکل ۹-۱۱

تمرین ۳: حجم شکل ۹-۱۳ در مقیاس ۱/۲۰۰ ترسیم شده است. با راهنمایی معلم خود آنها را با دقت در مقیاس ۱/۱۰۰ ترسیم نمایید.

تمرین ۲: فرض کنید حجم شکل ۹-۱۲ حجم ساختمانی است که هنوز درها و پنجره‌های آن نصب نشده است. اگر ضخامت دیوارهای آن ۳۰ سانتی متر فرض شود و نیز تقسیم‌بندی داخلی آن هنوز انجام نشده باشد، و ضخامت دیوارهای آن ۳۰ سانتی متر فرض شود آن را در قالب نقشه‌های زیر معرفی کنید:

پلان بام مقیاس ۱/۲۰۰  
 پلان (برش افقی) مقیاس ۱/۱۰۰  
 نماهای جنوبی و شرقی مقیاس ۱/۱۰۰



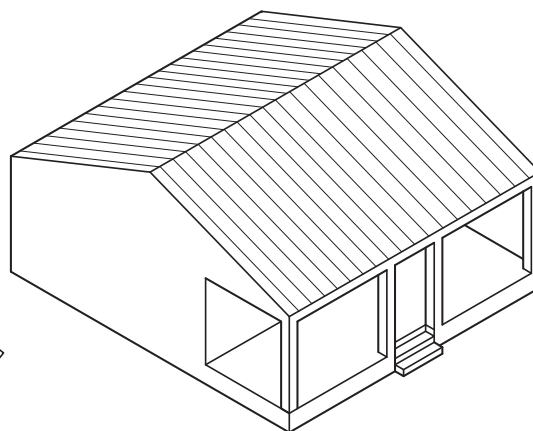
شکل ۹-۱۳

همچنان که اشاره شد نقشه‌های معماری دارای جزئیات زیادی است. در ادامه با چگونگی ترسیم عناصر مختلف معماری با جزئیات بیشتر، آشنا خواهیم شد.

تمرین ۱: نقشه‌های شکل ۹-۶ در مقیاس ۱/۲۰۰ ترسیم شده است. با راهنمایی معلم خود آنها را با دقت در مقیاس ۱/۱۰۰ ترسیم نمایید.

تمرین ۲: فرض کنید حجم شکل ۹-۱۲ حجم ساختمانی است که هنوز درها و پنجره‌های آن نصب نشده است. اگر ضخامت دیوارهای آن ۳۰ سانتی متر فرض شود و نیز تقسیم‌بندی داخلی آن هنوز انجام نشده باشد، حجم را در قالب نقشه‌های زیر و در مقیاس ۱/۱۰۰ معرفی کنید:

پلان بام (نمای افقی بنا)، پلان (برش افقی) از فاصله بین کف پنجره و بالای پنجره، نماهای جنوبی و غربی توجه کنید که حجم در تصویر ایزو متریک و در مقیاس ۱:۲۰۰ ترسیم شده بنابراین اندازه‌ها را می‌توانید از روی تصویر سه بعدی پیدا کنید.



شکل ۹-۱۲



شکل ۹-۱۴

## ب) ترسیم نقشه‌های معماری با جزئیات بیشتر انتخاب

### مقیاس

تا کنون شناختی اجمالی از نقشه‌های معماری پیدا کردید. اکنون به معرفی تفصیلی تر هر یک از نقشه‌ها می‌پردازیم. پیش از اینکه با علائم قراردادی نمایش جزئیات در نقشه‌های معماری آشنا شویم لازم است درک عمیق‌تری از موضوع مقیاس در نقشه‌های معماری داشته باشیم. اشاره شد که مقیاس نقشه‌های معماری کوچک است. زیرا به علت بزرگی اندازه یک بنا نمی‌توان آن را در مقیاس واقعی ترسیم نمود. بنا براین مجبوریم آن را در مقیاس کوچکتری ترسیم کنیم.

مقیاس چگونه تعیین می‌شود؟

وقتی تصمیم می‌گیریم نقشه‌ای را در مقیاس مشخصی ترسیم کنیم چه نکاتی را در نظر می‌گیریم؟ به شکل‌های ۹-۱۵ توجه کنید:

هر سه تصویر این شکل قسمتی از پلان یک دیوار برش خورده و پنجره آن را، در مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهند. آن‌چنان که می‌بینید در شکل ۹-۱۵ الف که در مقیاس  $1/200$  ترسیم شده ضخامت چهارچوب یا قاب پنجره و شیشه فقط با یک خط نازک نشان داده شده زیرا نشان دادن جزئیات بیشتر به علت کوچک بودن تصویر امکان‌پذیر نیست. یعنی با چشم قابل مشاهده نمی‌باشد.

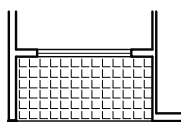
در مقیاس  $1/100$  به دلیل بزرگ شدن تصویر امکان ترسیم قاب پنجره به شکل دو خط ایجاد شده است. و هم‌چنان که ملاحظه می‌کنید در مقیاس  $1/50$  حتی می‌توان ضخامت شیشه را هم نشان داد.

بنابراین از یک سو هر چه مقیاس کوچکتر می‌شود امکان ارائه جزئیات کمتر می‌گردد. از سوی دیگر طراح در هر مرحله از ارائه نقشه‌های معماری هدف ویژه‌ای را پی می‌گیرد. مثلاً در نقشه‌های فاز صفر یا اسکیس‌ها که طراح ایده کلی معماری را بیان می‌کند و هدفش ایجاد درکی کلی در مخاطب از حجم معماری و چگونگی توزیع فضاها است، اغلب موارد نیازی به بیان بسیاری از جزئیات از جمله مثلاً ضخامت دیوارها نیست. از این رو در

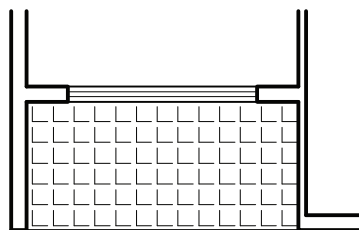
این فاز، نقشه‌های دو بعدی اغلب، به‌خصوص در بناهای بزرگ، در مقیاس  $1/200$  و گاهی کوچکتر ترسیم و ارائه می‌شوند.

در نقشه‌های فاز یک که طراح با توجه به الزامات پروژه و توافق با کارفرما در مورد بسیاری از چیزها تصمیم‌گیری کرده است مقیاس نقشه بزرگتر می‌شود و طراح اطلاعات بیشتری به مخاطب بنا می‌دهد. در این مرحله اکثر نقشه‌ها در مقیاس  $1/100$  ارائه می‌شوند.

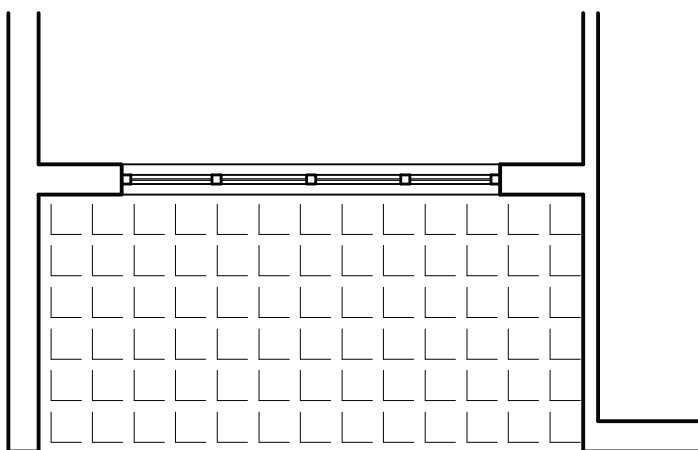
واضح است که در نقشه‌های فاز دو یا نقشه‌های اجرایی که بنا می‌باید مطابق آنها اجرا شود و همه جزئیات اجرایی بایستی مشخص باشد، مقیاس نقشه بزرگتر شده و جزئیات اجرایی بخش‌هایی از بنا در مقیاس‌هایی تا حد  $1/25$  و  $1/20$  و حتی  $1/10$  و  $1/5$  نیز ارائه می‌شود.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۹-۱۵

یک بنا از مواد و مصالح مختلفی ساخته شده‌اند و در نقشه‌های معماری به اقتضای نیاز و نیز مقیاس نقشه، تفاوت مصالح با تغییر در ضخامت خط‌های سطوح برش خورده مشخص می‌شود. دوم آنکه برای معرفی بهتر عملکرد و موقعیت بعضی از عناصر از خط‌های مجازی یا معرف استفاده می‌شود.

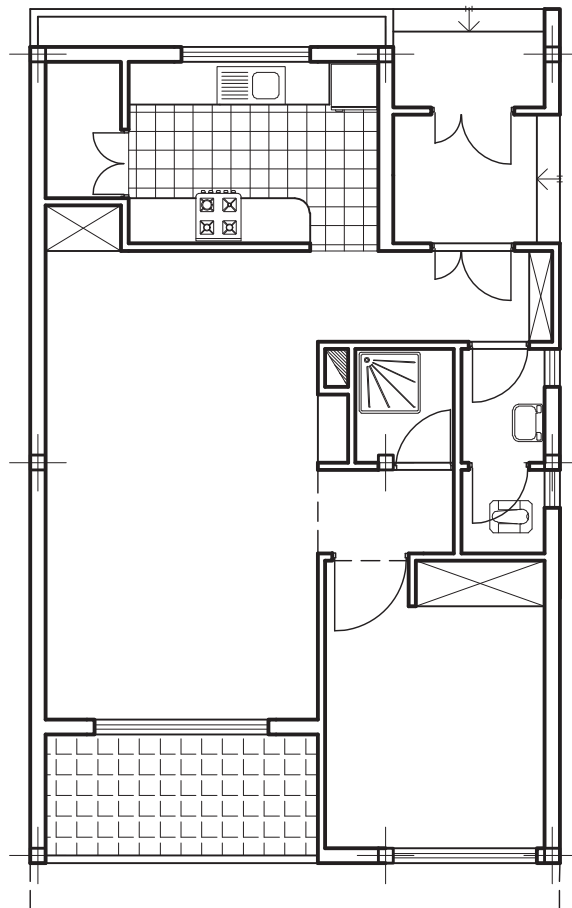
در شکل ۹-۱۶ پلان یک بنای ساده یک طبقه نمایش داده شده است. ضمن نگاه دقیق به نقشه به توضیحاتی که درباره جزئیات بیان شده توجه کنید.

به این ترتیب مقیاس انتخابی برای ترسیم یک نقشه بستگی به هدف ما و میزان اطلاعاتی که می‌باید به مخاطب داده شود تعیین می‌گردد.

آنچه که در ادامه می‌آید نحوه بیان نقشه‌های فاز یک معماری (مقیاس ۱/۱۰۰) با توجه دقیقتر به چگونگی ترسیم عناصر و اجزائی است که در این مرحله می‌باید به مخاطب ارائه شود

پلان با جزئیات بیشتر

پیش از بیان چگونگی ترسیم عناصر مختلف در پلان ذکر دو نکته ضروری است. اول آن که عناصر و اجزاء تشکیل دهنده



پلان همکف  
مقیاس ۱/۱۰۰

شکل ۹-۱۶



## درها و ترسیم آنها

لازم است درها در پلان به صورت باز شده نشان داده شود تا فضایی را که در هنگام باز شدن اشغال می‌کند مشخص باشد. مسیر باز شدن در به صورت قوسی از دایره نشان داده می‌شود که چنان که در بالا ذکر شد، یک خط مجازی است. دقت کنید که ضخامت خطوط مجازی می‌باید بسیار نازک باشد (شکل ۹-۱۷).

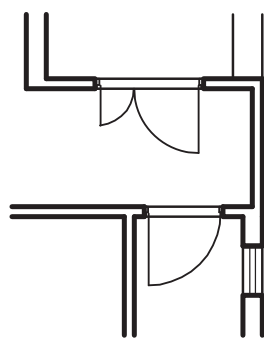
### پنجره‌ها و ترسیم آنها

از دیگر اجزاء بنا پنجره‌ها هستند. پنجره‌ها بسته به جنس و نوعشان شکل و اندازه متفاوتی دارند. دارای قاب و شیشه‌اند، و نوع بازشو و ضخامت قاب آنها متفاوت است. قاب آنها ممکن است از ۷ تا ۱۵ سانتی‌متر ضخامت داشته باشد. در فاز یک که معمولاً نوع و جنس پنجره دقیقاً مشخص نیست، فقط به صورت دو خط نازک در کنار هم کشیده می‌شود. در این فاز اغلب، بازشو آنها هم به دلیل نامشخص بودن، نشان داده نمی‌شود. همچنین اغلب تقسیم‌بندی داخلی قاب هم مشخص نمی‌شود. شیشه‌ها هم با توجه به تغییر جنسیت و شفاف بودن با خطوط نازک نشان داده می‌شود (شکل ۹-۱۸).

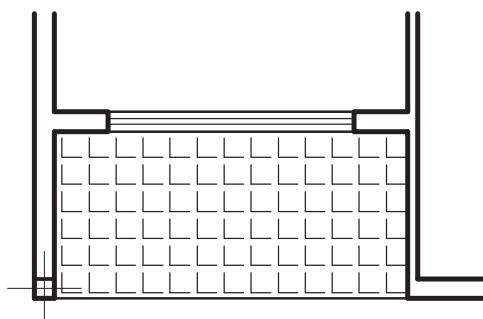
می‌دانیم که یک بنای معماری دارای اجزای بسیار زیادی است. یکی از اجزای مهم یک ساختمان درهای مابین فضاهاست. اصولاً در یک نقشه معماری باید مشخص شود چه فضاهایی با هم در ارتباط هستند. آیا این ارتباط بصری است یا فیزیکی؟ اگر ارتباط فیزیکی است آیا به صورت موقت به وسیله در یا درهایی قطع می‌شود؟ اگر چنین است ابعاد این درها چه اندازه است و در چه جهتی باز می‌شوند.

مطابق قاعده ترسیم فنی در برش افقی از پلان، در نیز برش می‌خورد. اما به دلیل آنکه در، معمولاً از جنسی بسیار سبک‌تر از دیوارها ساخته می‌شود، و نیز ضخامت در، معمولاً کم و در حدود ۵ تا ۷ سانتی‌متر است، برش در از نظر ضخامت خط مشابه دیوارها نیست و اغلب به صورت یک خط و گاهی به صورت دو خط نازک بسیار نزدیک به هم نمایش داده می‌شود.

در نقشه‌هایی که به وسیله رایانه ترسیم می‌شود به دلیل امکان دقت و ظرافت بیشتری که در ترسیم نقشه‌ها با استفاده از این ابزار وجود دارد، می‌توان چهارچوب درها را در مقیاس ۱/۱۰۰ نشان داد.



شکل ۹-۱۷



شکل ۹-۱۸

تمرین ۱ : نقشه داده شده در شکل ۹-۱۹ پلان یک بنای کوچک است این بنا را با توجه به مشخصات داده شده در مقیاس ۱/۱۰۰ و با تصاویر زیر معرفی کنید.

پلان برش خورده یا پلان همکف، پلان بام دو برش عمود بر هم، سه نما.

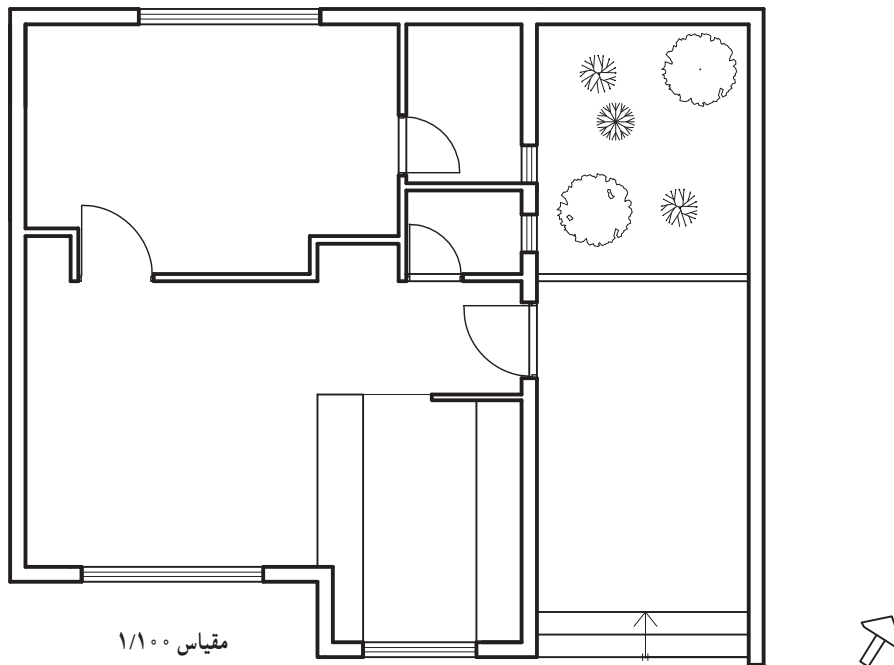
ارتفاع ساختمان از کف داخلی تا بالای سقف ۳/۲۰ رعایت نمایید.

ضخامت سقف ۳۰ سانتی متر، ضخامت دیوارها ۲۰ سانتی متر، جان پناه بام ۸۰ سانتی متر

ارتفاع درها و بالای پنجره‌ها ۲۲۰ سانتی متر

ارتفاع کف پنجره‌ها ۸۰ سانتی متر

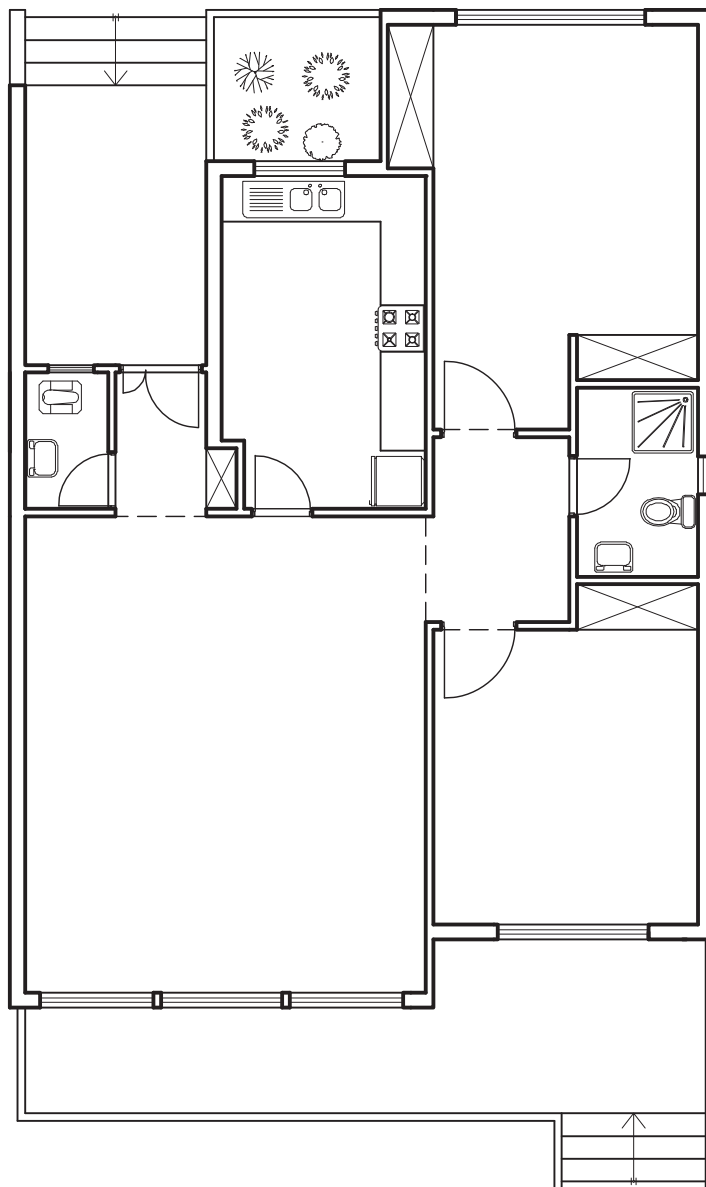
ترسیمات را با دقت انجام دهید و ضخامت خطوط را رعایت نمایید.



شکل ۹-۱۹

جان پناه بام ۸۰ سانتی متر  
 ارتفاع درها و بالای پنجره‌ها ۲۲۰ سانتی متر کتیبه بالای  
 در ۷۰ سانتی متر  
 ارتفاع کف پنجره‌ها ۸۰ سانتی متر  
 ترسیمات را با دقت انجام دهید و ضخامت خطوط را  
 رعایت نمایید.

تمرین ۲ : نقشه داده شده در شکل ۹-۲ نیز همانند تمرین  
 ۱ پلان یک بنای کوچک است این بنا را هم با توجه به مشخصات  
 داده شده در مقیاس ۱/۱۰۰ و با تصاویر زیر معرفی کنید.  
 پلان برش خورده یا پلان همکف، پلان بام دو برش عمود  
 بر هم، دو نما  
 ارتفاع ساختمان از کف داخلی تا بالای سقف ۳/۲۰  
 ضخامت سقف ۳۰ سانتی متر، ضخامت دیوارها ۲۰ سانتی متر



مقیاس ۱/۱۰۰

شکل ۹-۲

## ستون‌ها

در نقشه‌های فاز یک معماری محل و ابعاد تقریبی ستون‌ها می‌باید مشخص شده و نشان داده شود. ستون‌ها هم معمولاً از جنس دیوارها نیستند. بنابراین بهتر است ضخامت آنها کمی متفاوت باشد. تا در میان دیوارها به خوبی دیده شود.

لازم است محور ستون‌ها نشان داده شود، و چون محورها هم خط‌های مجازی هستند می‌باید با خطوط نازک نشان داده شوند. (شکل ۹-۲۱ الف).

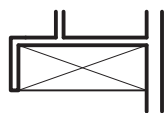
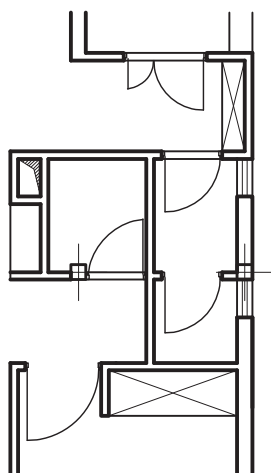
## هواکش‌ها و کانال‌های عبور لوله‌های تاسیساتی

در ساختار هر ساختمانی حفره‌هایی وجود دارد که یا برای عبور هوا و تهویه فضاها و یا برای عبور لوله‌های تاسیساتی به کار برده می‌شود. حفره‌های هواکش معمولاً تا بالاترین سطح

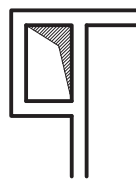
ساختمان یعنی پشت بام بالا می‌روند. حفره‌های عبور لوله‌های تاسیساتی نیز تا محل مورد نیاز و بعضاً تا بام بنا ادامه می‌یابند. این گونه حفره‌ها را با ترسیم یک قطر شکسته مربع مستطیل حفره نشان می‌دهند. معمولاً بخش کوچک‌تر مربع مستطیل را تیره‌تر می‌کنند. مشابه شکل ۹-۲۱ ب.

## گنجه یا کمد لباس

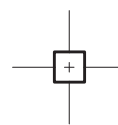
امروزه طراحان برای قرار دادن لباس و وسایل مختلف مورد نیاز در اتاق‌ها، به ویژه اتاق‌های خواب، جای گنجه یا کمد لباس و وسایل را مشخص می‌کنند، که در واقع فرورفتگی‌ای در قسمتی از اتاق است. در نقشه‌های فاز یک معمولاً کمد‌های لباس را با ترسیم یک یا دو قطر فضای حفره نشان می‌دهند. (شکل ۹-۲۱ ج).



ج



ب



الف

شکل ۹-۲۱

## تجهیزات فضاهای خدماتی

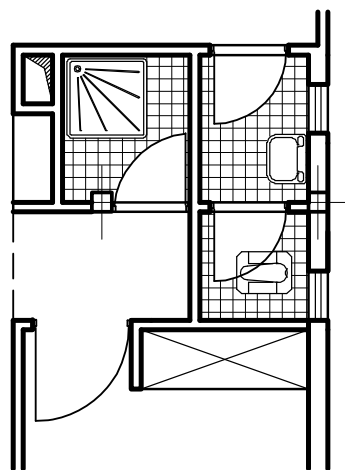
بعضی از فضاها از مکان‌های زیست انسان و بنای معماری جدایی ناپذیرند از آن جمله است سرویس‌های بهداشتی، حمام‌ها و آشپزخانه یا آبدارخانه‌ها. این فضاها نیاز به تجهیزات خاصی دارند که فضا اشغال می‌کنند و می‌باید در طرح مرحله اول معماری مشخص شوند.

اگر چه ممکن است شکل تجهیزاتی که در مرحله اول مشخص می‌شود لزوماً شکل قطعی که در نقشه‌های فاز دو تعیین می‌شود نباشد اما جای آنها باید مشخص شود.

تجهیزات سرویس‌های بهداشتی (توالت، دستشویی

و حمام)

با توجه به آنچه بیان شد، در سرویس‌های بهداشتی کاسه توالت و دستشویی، و در حمام‌ها جای دوش یا وان نشان داده می‌شود. واضح است که چنانچه تجهیزات دیگری مثل جکوزی و غیر آن که نیاز به تمهیداتی مثل لوله‌کشی برای استفاده دارند و جای مشخص و ثابتی را اشغال می‌کنند، در طرح وجود داشته باشد نشان داده می‌شود (شکل ۹-۲۲).

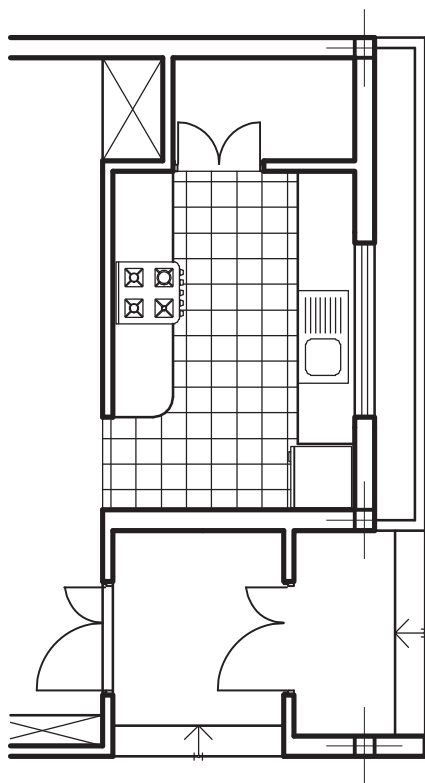


شکل ۹-۲۲

## تجهیزات آشپزخانه یا آبدارخانه

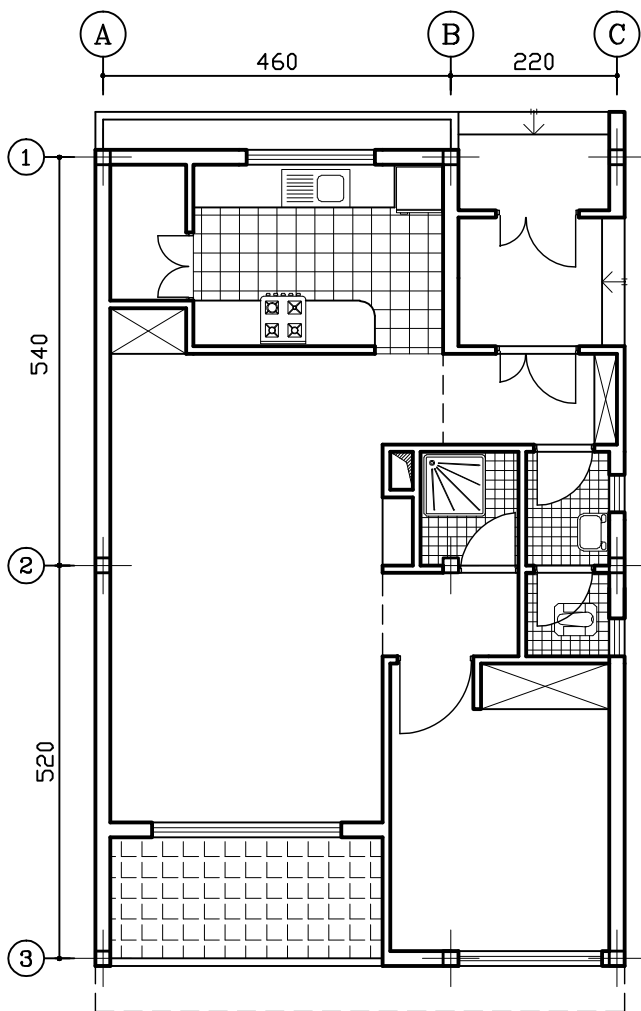
همچنین در آشپزخانه یا آبدارخانه (بسته به کارکرد بنا) نیز اجاق، سینک ظرفشویی و یخچال نشان داده می‌شود. همچنین بسیاری از مواقع تجهیزات دیگری مانند ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی و... نیز ممکن است نشان داده شود.

واضح است که این تجهیزات با توجه به الزاماتی که برای عملکردشان دارند، مانند هواکش برای اجاق یا شیرآب برای ماشین لباسشویی و غیر آن جای ثابتی را در بناها اشغال می‌کنند و محل آنها با نظر طراح و با توجه به عملکرد، استاندارد و... تعیین می‌شود (شکل ۹-۲۳).



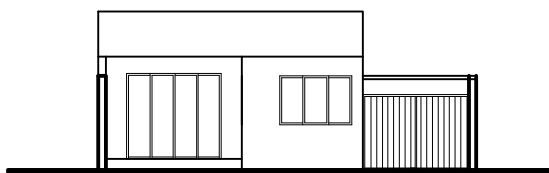
شکل ۹-۲۳

تمرین : شکل ۹-۲۴ مربوط به یک بنای مسکونی است.  
 این بنا را در مقیاس ۱/۱۰۰ و با ترسیم پلان همکف، پلان بام  
 و حیاط، نماهای شمالی، جنوبی، شرقی و دو برش عمود برهم  
 معرفی کنید.  
 مشخصات ارتفاعی ساختمان را با کمک معلم خود تعیین  
 کنید.



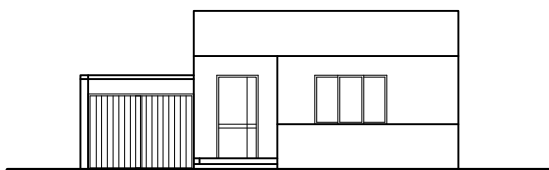
پلان همکف

مقیاس ۱:۱۰۰



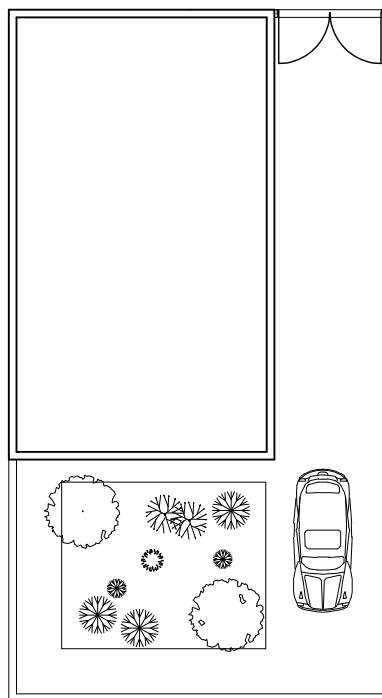
نمای جنوبی

خطی-۱/۲



نمای شمالی

خطی-۱/۲



پلان بام

خطی-۱/۲

شکل ۹-۲۴

## نقشه‌های مبلمان و اندازه گذاری

در نقشه‌های فاز یک معمولاً از یک پلان واحد دو نوع نقشه ارائه می‌شود. یکی نقشه مبلمان است و دیگری نقشه اندازه گذاری.

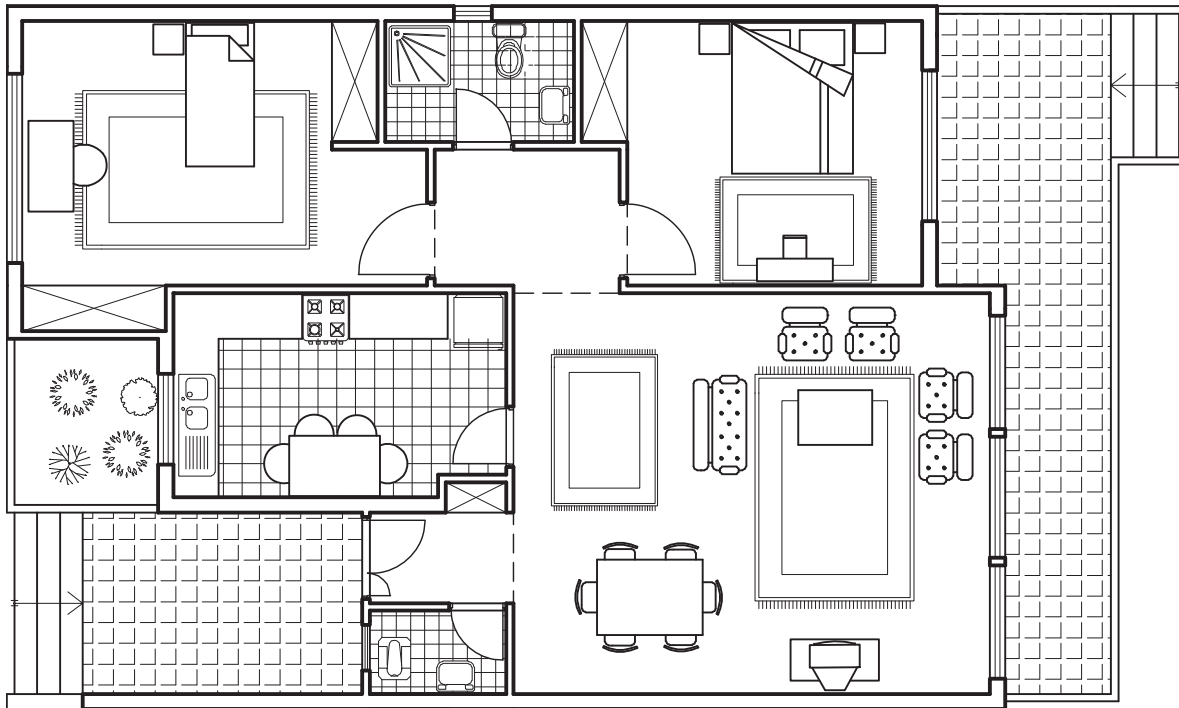
### نقشه مبلمان

مخاطب معمولی غالباً تصور درستی از اندازه و مقیاس فضا در نقشه ندارد. افراد متخصص هم با دیدن اندازه‌های یک فضا معمولاً نمی‌توانند به سرعت تصور و درک کاملی از مقیاس فضا داشته باشند. علاوه بر آن این موضوع که طراح در طراحی یک فضا چگونه به عملکرد آن در رابطه با تجهیزات فکر کرده است، اهمیت زیادی دارد. مثلاً اینکه در یک اتاق خواب تخت خواب، میز آرایش، میز تحریر یا کامپیوتر، قفسه کتاب و غیره. چگونه مستقر می‌شود برای مخاطب یا کارفرما مهم است. از این رو علاوه بر نقشه‌ای که نشان‌دهنده اندازه فضاها می‌باشد ارائه

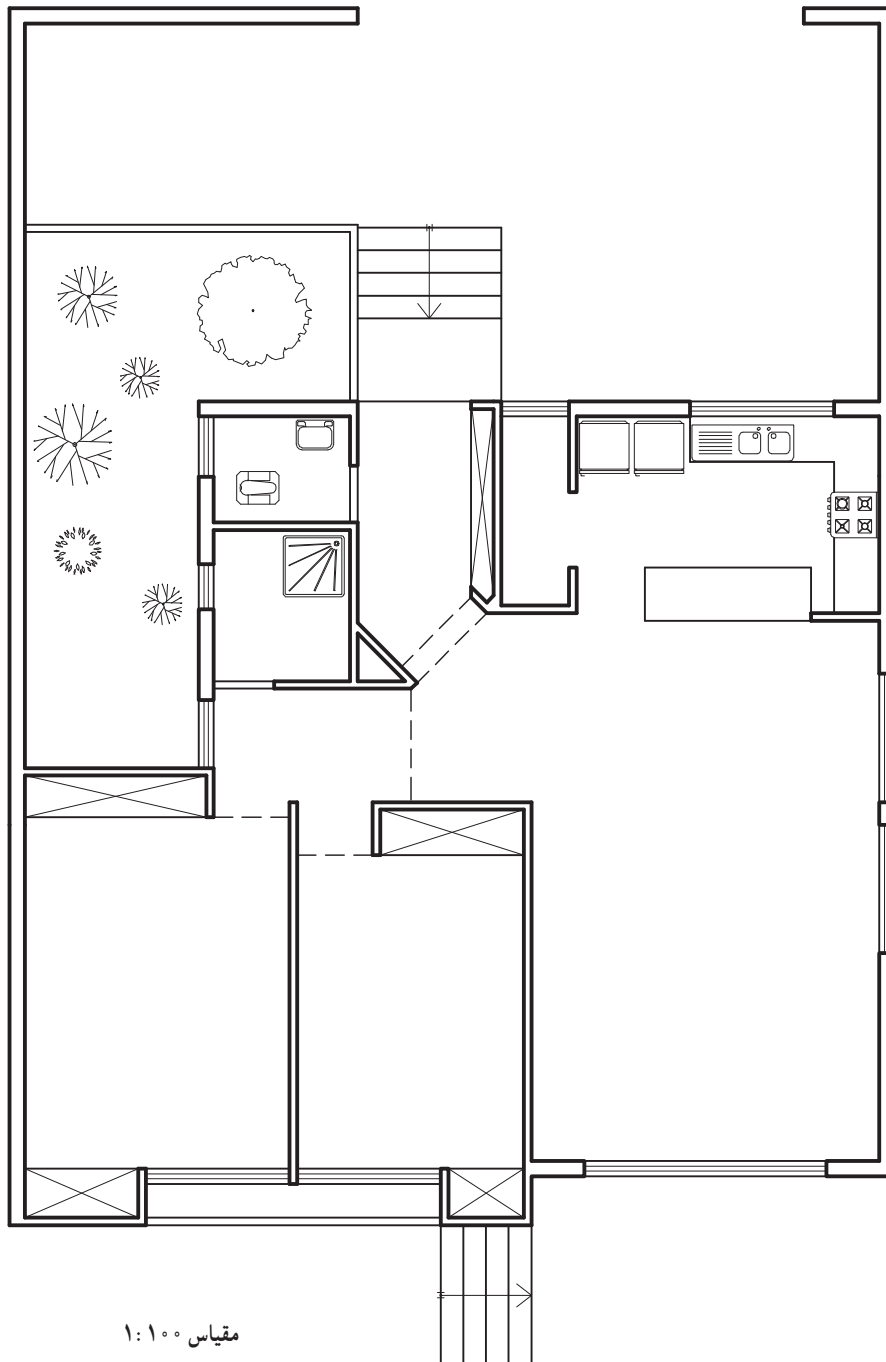
نقشه مبلمان هم مهم است.

بدیهی است که در این نقشه نیز مبلمان صرفاً تصویری از چگونگی عملکرد فضا و اندازه آن به مخاطب می‌دهد و شکل آن اهمیت چندانی ندارد. اما لازم است همه تجهیزات اندازه قابل قبول یا به عبارت بهتر مقیاس داشته باشند.

گاهی دیده می‌شود که اندازه بعضی از تجهیزات با اندازه واقعی آن متفاوت است. مثلاً اندازه یک تخت خواب معمولی که طول استاندارد آن معمولاً ۲ متر است گاه در اندازه‌ای کوچکتر مثلاً ۱/۷۰ متر نشان داده شده است. این امر به خصوص در ترسیم با رایانه رایج است که موجب به اشتباه انداختن مخاطب در اندازه‌های فضاها می‌شود. شکل ۹-۲۵ یک پلان مسکونی را با مبلمان آن نشان می‌دهد.



تمرین : پلان در شکل ۹-۲۶ مربوط به یک بنای مسکونی است. این بنا را در مقیاس ۱/۱۰۰ و با ترسیم پلانهای همکف، بام، نماهای شمالی و جنوبی و دو برش عمود برهم معرفی کنید. ضخامت سقف ۳۰ سانتی متر، ضخامت دیوارهای خارجی ۲۰ سانتی متر، ضخامت دیوارهای داخلی ۱۰ سانتی متر مشخصات ارتفاعی ساختمان را با کمک معلم خود تعیین کنید. پلان را با دقت و سلیقه مبلمان کنید.



شکل ۹-۲۶

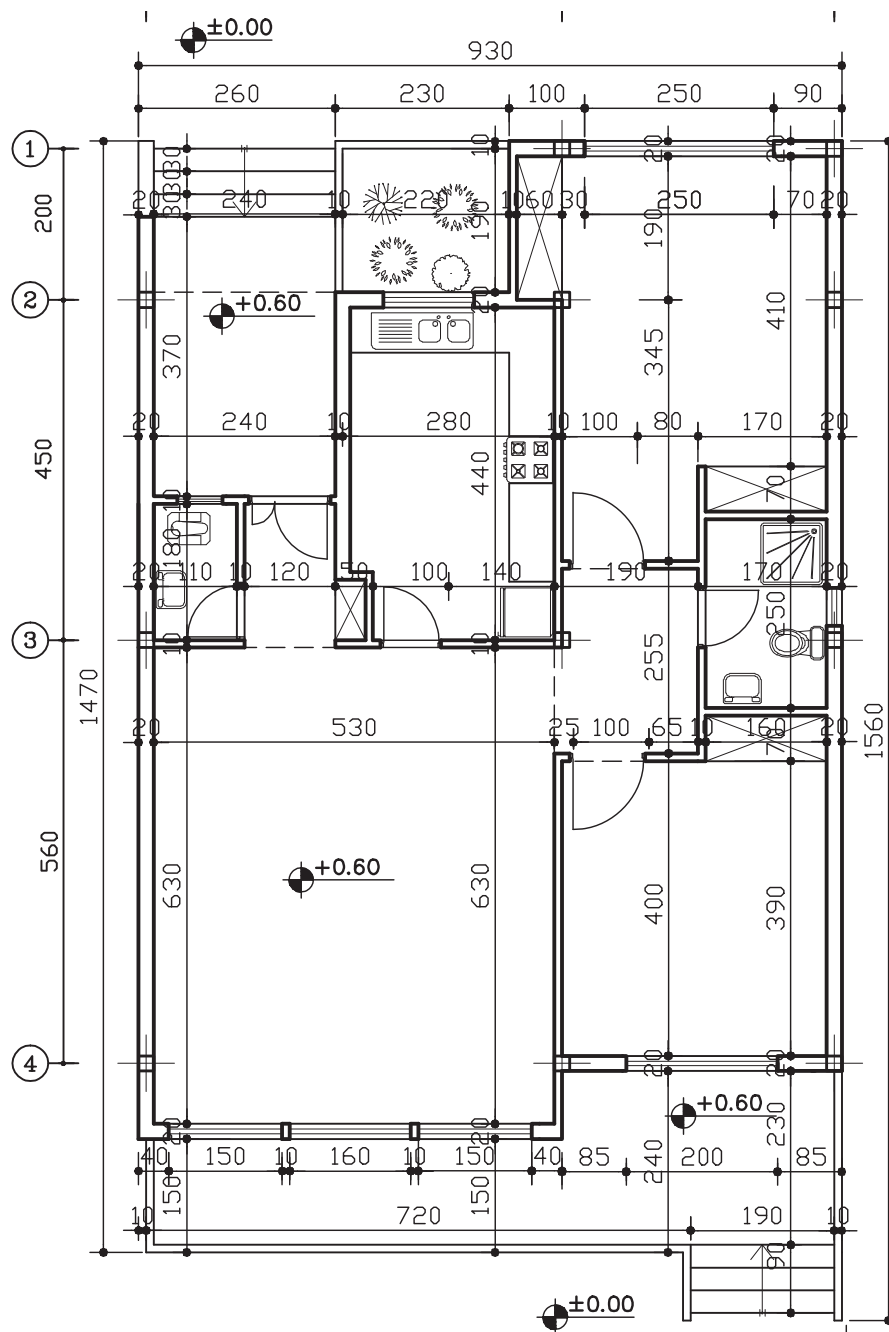


## نقشه اندازه‌گذاری

اجرای است، اهمیت بسزایی دارد. در نقشه‌اندازه‌گذاری در فاز یک اندازه‌های کلی فضاها منعکس می‌شود. همچنان‌که پاره‌ای از جزئیات در نقشه‌های فاز یک تعیین نشده باقی می‌مانند. اندازه‌های آنها هم نامشخص می‌مانند. مانند ضخامت سقف کاذب، سنگ کف پنجره، ضخامت کف‌سازی و... که در فاز دو به خوبی تعیین و مشخص می‌شوند. به پلان اندازه‌گذاری شده در شکل ۲۷-۹ با دقت توجه کنید.

برای این که نقشه‌ای دقیقاً مطابق طرح ذهنی طراح ساخته شود می‌باید همه اندازه‌های کلی و جزئی در نقشه‌ها داده شود، به نحوی که مجریان و سازندگان مجبور نشوند بعضی از اندازه‌ها را حدس بزنند یا در نقشه‌اندازه بگیرند که هم از سرعت کار و هم از دقت آن می‌کاهد. و بعضاً باعث بروز اشتباهات فاحش در اجرای ساختمان می‌شود.

اندازه‌گذاری کامل و دقیق در نقشه‌های فاز دو که نقشه‌های



شکل ۲۷-۹

## روش اندازه‌گذاری در پلان

در نقشه‌اندازه‌گذاری بعضی از اندازه‌ها بسیار مهم هستند و اشتباه در آنها باعث بروز اختلال زیادی در اجرا خواهد شد. یکی از این اندازه‌ها اندازه فاصله ستون‌ها از هم است. به دلیل مشخص نبودن قطر دقیق ستون‌ها، به دلیل ارائه نشدن نقشه‌های سازه در این مرحله، فاصله ستون‌ها را از محور یک ستون تا محور ستون دیگر تعیین می‌کنند. ستون‌ها را با ردیف‌های عمودی و افقی مشخص می‌کنند و هر ردیف افقی و عمودی را با عدد یا حرف نام‌گذاری می‌کنند. بهتر است خطوط محور در داخل نقشه ادامه پیدا نکند زیرا باعث اغتشاش بصری در نقشه می‌شود. فاصله مابین ستون‌ها در دو جهت، در بالا و سمت چپ نقشه‌اندازه‌گذاری می‌شود (مطابق شکل ۹-۲۷).

اندازه‌گذاری اجزای دیگر نیز در دو محور افقی و عمودی انجام می‌شود. در هر راستا خطوطی به موازات هم ترسیم شده و اندازه‌ها روی آنها منعکس می‌شود.

در اندازه‌گذاری نکات زیر باید مراعات شود:

۱- خطوط اندازه‌گذاری باید مستقیم و بدون شکست

باشد.

۲- مجموع اندازه‌های محورهای موازی از مبدهای

مشخص باید مساوی باشد.

۳- بخشی از خطوط اندازه‌گذاری می‌تواند در داخل

پلان ترسیم شود.

۴- در نوشتن اندازه‌ها از یک واحد اندازه‌گیری (متر یا

سانتی‌متر) استفاده شود.

۵- اندازه‌ها را باید در بالای خط اندازه و در وسط آن

نوشته شود.

۶- اعداد اندازه‌گذاری باید متناسب با مقیاس نقشه و

خوانا باشد.

۷- چنان‌چه بین خط اندازه جای کافی برای نوشتن عدد

اندازه وجود نداشته باشد عدد، کنار خط اندازه و بالای آن نوشته می‌شود.

در اندازه‌گذاری پلان علاوه بر مشخص کردن اندازه‌های

طول و عرضی عدد خاصی با علامت ویژه مشخص می‌شود و آن ارتفاع کف پلان از مبدأ صفر بنا است که معمولاً نقطه ورود به ساختمان در خارج آن تعیین می‌شود. که به آن کد ارتفاعی می‌گویند. در شکل ۹-۲۷ یک پلان اندازه‌گذاری شده را مشاهده می‌کنید.

دقت کنید که تجهیزات ثابت مانند تجهیزات فضاهای

خدماتی در نقشه اندازه‌گذاری نشان داده می‌شود. اما مشخص

کردن مبلمان فضاها سبب شلوغی و ناخوانایی نقشه می‌شود.

همچنان‌که دیدید مبلمان متحرک در نقشه مبلمان به صورت مجزا

نمایش داده می‌شود.

### اندازه‌گذاری در برش‌ها

همچنان‌که توضیح داده شد اندازه‌های طول و عرض

در پلان تعیین می‌شود. در برش‌ها فقط اندازه‌های ارتفاع‌ها را

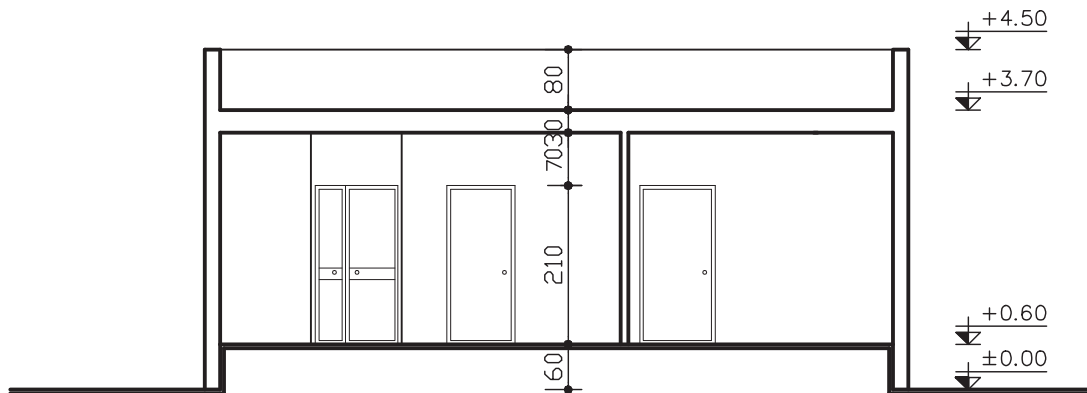
نمایش می‌دهیم.

علاوه بر اندازه‌های عمودی که می‌باید به طور کامل نوشته

شود. ارتفاع همه کف‌ها مشابه پلان با علامت ویژه‌ای از مبدأ صفر

بنا مشخص می‌گردد که آن چنان‌که در اندازه‌گذاری پلان ذکر شد

معمولاً نقطه ورود به بنا در خارج ساختمان تعیین می‌شود. در شکل



شکل ۹-۲۸

۹-۲۸ نمونه‌ای از یک برش اندازه گذاری شده را می‌بینید.

برهم معرفی کنید.

تمرین: پلان و برش‌های تمرین قبل را در مقیاس  $1/5^{\circ}$

ضخامت سقف  $3^{\circ}$  سانتی‌متر، ضخامت دیوارهای

ترسیم کرده و اندازه گذاری کنید.

خارجی  $2^{\circ}$  سانتی‌متر، ضخامت دیوارهای داخلی  $1^{\circ}$  سانتی‌متر،

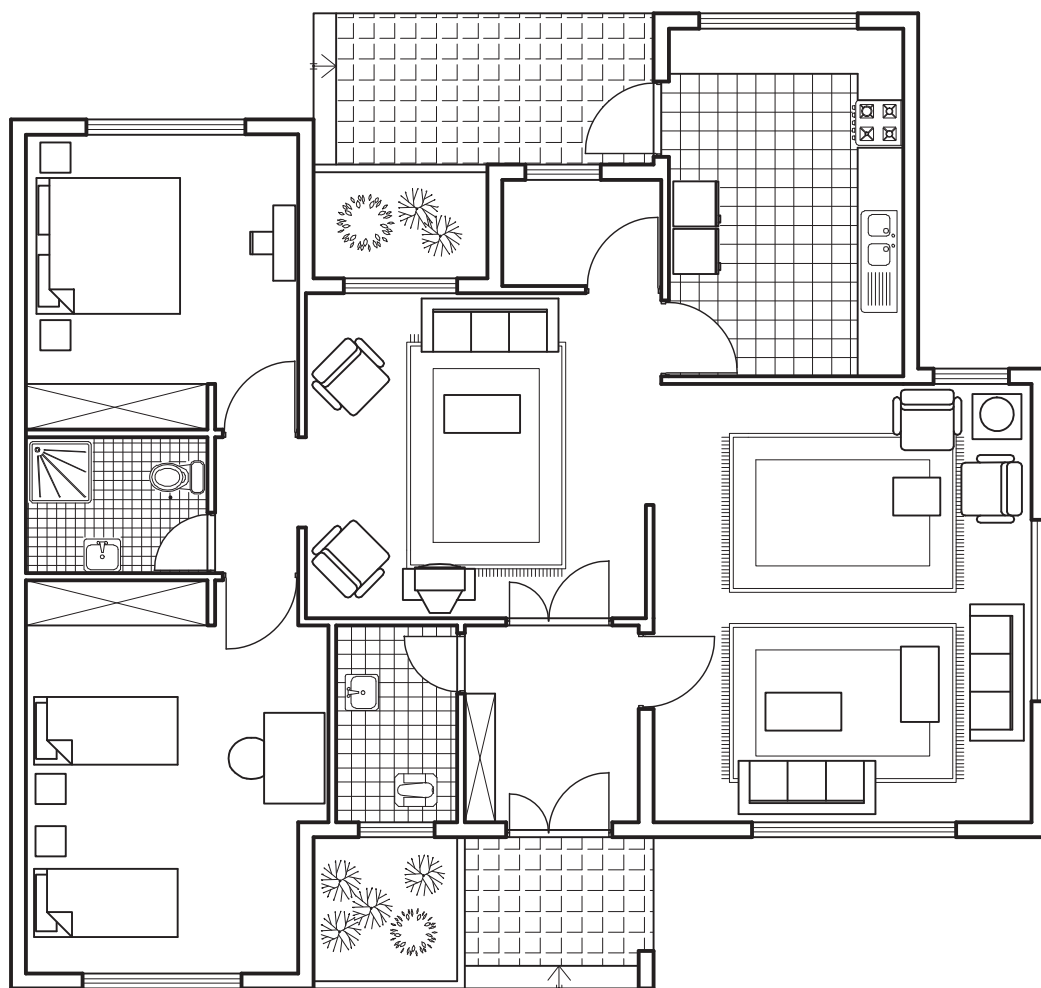
تمرین: پلان داده شده در شکل ۹-۲۹ مربوط به یک

مشخصات ارتفاعی ساختمان را با کمک معلم خود تعیین کنید.

بنای مسکونی است. این بنا را در مقیاس  $1/100^{\circ}$  و با ترسیم پلان

پلان و برش‌ها را اندازه گذاری کنید.

همکف، پلان بام، نماهای شمالی، جنوبی، شرقی و دو برش عمود



شکل ۹-۲۹

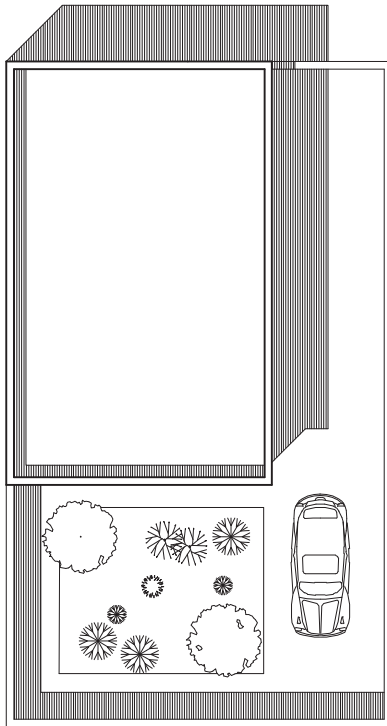
## پلان بام و محوطه

پلان بام یک بنا به عنوان نمای پنجم آن وجهی دیگر از شخصیت بنا است. امروزه توجه به موضوع معماری پایدار که یکی از جنبه‌های آن استفاده از بام بناها به عنوان فضای سبز و باغ می‌باشد و نیز وجود ساختمان‌های مرتفع که ممکن است به بام بنا اشراف کامل داشته باشند، اهمیت آن را دو چندان کرده است. بنابراین طراحی مطلوب و معرفی و ارائه آن نیز بسیار مهم است.

آنچه که در مرحله یا فاز یک روی بام مشخص شده مانند خرپشته یا حجم پله بام، اتاقک آسانسور هواکش‌ها و دودکش‌ها می‌باید نشان داده شود. همچنین در صورت وجود عناصر دیگری چون آب نما، جعبه گل و غیره باید نمایش داده شود. بعضی مواقع در نقشه‌های فاز یک آب‌روهای بام نیز مشخص می‌شود.

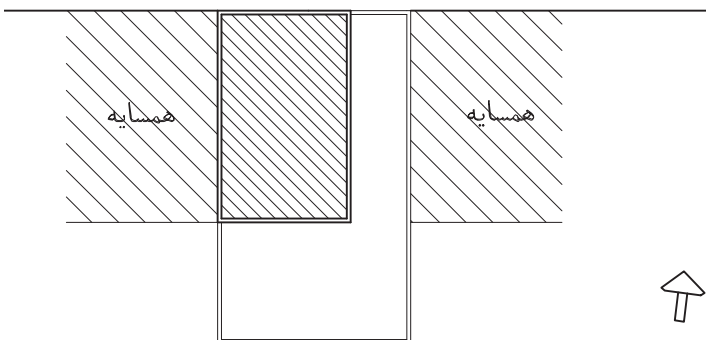
ترسیم پلان بام هم مشابه نماها است. در پلان بام هم مشابه نماها سایه‌نقشی اساسی در حجم دادن به تصویر بنا دارد. اگر سقف بنا شیب‌دار باشد علاوه بر خطوط اصلی سقف شیب‌دار ترسیم بافت سقف انتخابی نقشه را گویاتر می‌کند.

در نقشه محوطه یا حیاط، که همراه نقشه بام نشان داده می‌شود، می‌باید نحوه ساماندهی عناصر مختلف در محوطه را در حد مقیاس ارائه شده نمایش داد. عناصری مانند باغچه، مسیرهای حرکت، آب نما یا استخر و احیاناً حجم‌های کوچکی مثل آلاچیق‌ها و سردر (شکل ۹-۳۰).



شکل ۹-۳۰

خیابان ۱۲ متری



پلان موقعیت

مقیاس ۱/۴۰۰

شکل ۹-۳۱

## نقشه موقعیت یا سایت

در طراحی معماری علاوه بر زمین پروژه، موقعیت اطراف زمین نیز اهمیت زیادی دارد. اینکه همسایگی‌های زمین چه بناها یا فضاهایی است، دسترسی زمین چگونه است و راه‌های ارتباطی آن کدام است مهم می‌باشد و باید بیان شود. نقشه‌ای که اطلاعات اطراف بنا را می‌دهد پلان موقعیت نام دارد. مقیاس این نقشه معمولاً کوچکتر از نقشه‌های دیگر و گاهی تا ۱/۵۰۰ است. در این نقشه معمولاً اطلاعاتی در رابطه با خیابان‌های اطراف بنا داده می‌شود (شکل ۹-۳۱).

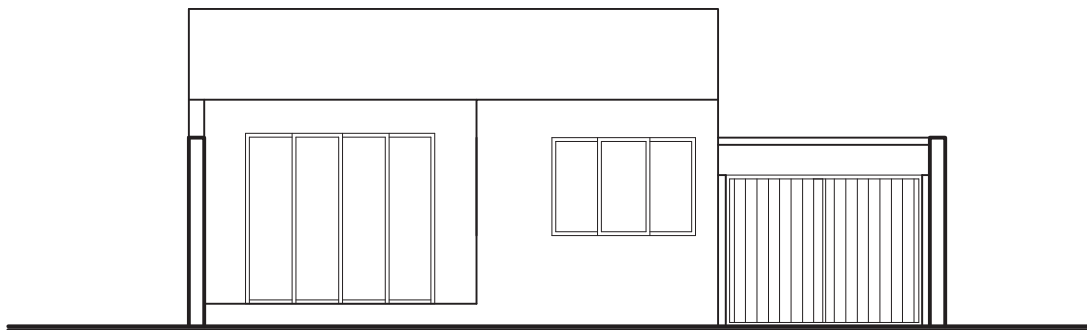
## نما

بیان جزئیات در نما هم مانند پلان بستگی به مقیاس انتخابی دارد. هر چه مقیاس بزرگتر باشد امکان ارائه جزئیات بیشتری در نما وجود دارد. اما با توجه به اهداف نقشه‌های فاز یک و فاز دو، اطلاعات منعکس شده در این دو مقیاس با هم متفاوت است. در مرحله اول یا فاز یک نمای بناها را با ترسیم سایه و اضافه کردن عناصری که به نما مقیاس می‌دهد و آن را زنده‌تر و گویاتر می‌کند، مانند تصویر شماتیک انسان (پرسوناژ) و درخت، به مخاطب معرفی کنند.

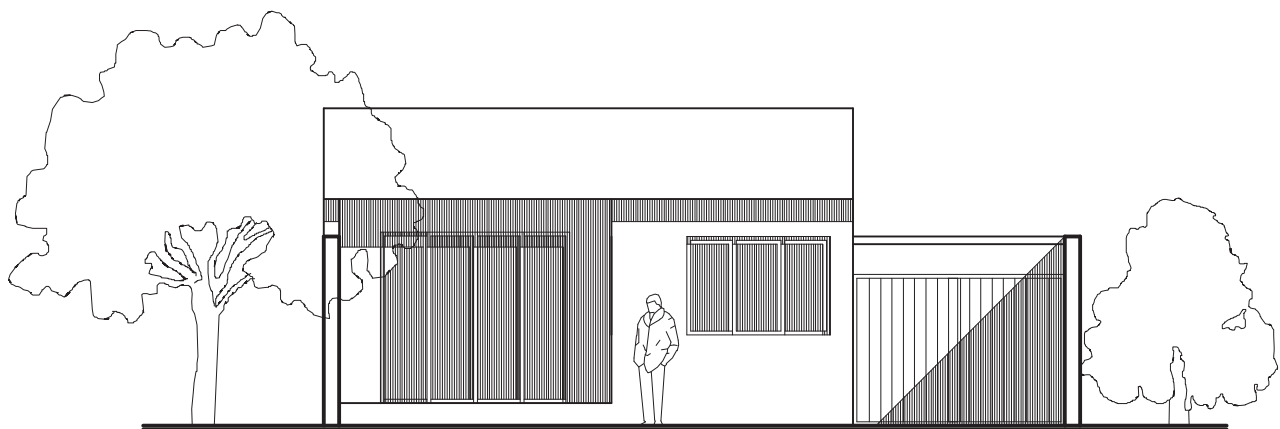
در فاز دو که طرح به مخاطب معرفی شده و دیگر نیازی به وجود سایه یا درخت و غیره نیست، اطلاعات فنی‌تری در نما ارائه می‌شود. در شکل ۹-۳۲ نما را بدون سایه و عناصر مقیاس دهنده به آن مشاهده می‌کنید. همین نما را مقایسه کنید با شکل ۹-۳۳ که سایه و درخت و پرسوناژ به آن اضافه شده است. می‌بینید که نما تا چه حد زنده‌تر و گویاتر شده است.

نما که یکی دیگر از نقشه‌های معماری است به نوعی بیان‌کننده شخصیت یک بنا است و اهمیت آن از آن جهت است که جلوه بیرونی ساختمان است که در معرض دید افراد بسیار زیادی در طول زمان قرار دارد. ممکن است که داخل یک ساختمان معمولی مانند مسکن را افراد محدودی مشاهده کنند اما بیرون آن در معرض دید انسان‌های زیادی واقع می‌شود. به ویژه آن که در یک گذرگاه اصلی و مهم قرار گرفته باشد.

اگر چه پرسپکتیوها جلوه بهتری از بیرون بنا ارائه می‌دهند اما بسیاری از ساختمان‌ها در بافت‌های شهری تنها یک نما یا به عبارتی یک نمای اصلی دارند. از آن رو طراحان سعی می‌کنند نسبت به طراحی نماهای ساختمان هم دقت و حساسیت نشان دهند. هم چنین سعی می‌کنند با ارائه مطلوب و زیبای نما نظر مخاطب (کارفرما و...) را به طرح و پذیرش آن جلب نمایند.



شکل ۹-۳۲



شکل ۹-۳۳

## ملاحظات در گرافیک نقشه‌ها

در مقدمه این بخش گفته شد که نقشه می‌باید صحیح، دقیق و تمیز باشد و با سرعت مطلوب ترسیم شود. دو نکته را باید به شرایط یک نقشه خوب اضافه کرد و آن خوانایی و زیبایی نقشه است.

خوانایی یک نقشه به این معنا است که علائم و نشانه‌های نقشه به نحوی انتخاب شود که نقشه به سرعت و با صرف زمان کمتر قابل ادراک باشد. بعضی از علائم و نشانه‌ها اگر چه برای بیان بهتر به کار برده شده‌اند، اما از لحاظ شکل، اندازه و ضخامت خطوط با ایجاد اغتشاش بصری در نقشه از هدف اصلی دور می‌شوند.

در مورد زیبایی نیز اگر چه این عامل مانند صحت و دقت و نظافت معیار مشخص و تعریف شده‌ای ندارد و به راحتی شرایط دیگر قابل ارزش‌گذاری نیست، اما قابل احساس است و در برخورد مثبت و مطلوب مخاطب تأثیر می‌گذارد.

بنابراین خوب است در ترسیم نقشه‌ها به نکات زیر توجه

کنیم:

### ضخامت خط‌ها

نقشه‌ها معمولاً سیاه و سفید ترسیم یا چاپ می‌شوند. به این دلیل تفاوت خطوط مختلف که معرف عناصر مختلفی در نقشه هستند با ضخامت و تیپ یا مشخصه خط مشخص می‌شود. انتخاب ضخامت مناسب در خوانایی نقشه بسیار مؤثر است. ضخامت خط‌ها در ارتباط مستقیم با مقیاس نقشه است.

در ترسیم نما می‌توانیم با تغییر ضخامت خط‌های اصلی از خط‌های فرعی و نیز نازک‌تر نشان دادن خط‌های دورتر از ناظر، عمق را نمایش دهیم.

## نشانه‌ها و علائم

در نقشه‌ها معمولاً علائمی وجود دارند که معرف اطلاعات جانبی لازم هستند. مانند علامت شمال یا علامت برش در پلان‌ها. واقعیت این است که شکل و اندازه این علامت‌ها در خوانایی نقشه‌ها اثری ندارد اما حتماً در زیبایی آن مؤثر است.

### نوشته‌های زیر نقشه

نوشته‌های زیر نقشه‌ها بیان‌کننده وضعیت کلی نقشه‌ها هستند. مثلاً نما متعلق به کدام جهت است یا برش از کدام بخش بنا است یا پلان مربوط به کدام طبقه می‌باشد. نوع خط، اندازه آن و فاصله‌اش از تصویر، نقشی در خوانایی نقشه ندارد. اما مانند علائم دیگر انتخاب خط و اندازه مناسب و نیز قرارگیری در فاصله مطلوب با موضوع، در زیبایی نقشه تأثیرگذار است و از آنجا که معماری پای در فن و سری در هنر دارد توجه به زیبایی در هر مرحله کار معماری امر لازمی است.

### مقیاس خطی

در نوشته‌های زیر نقشه علاوه بر اطلاعات تصویر مقیاس نقشه نیز نوشته می‌شود. در چاپ نقشه‌ها گاهی نقشه‌ها در اندازه‌ای چاپ می‌شوند که با مقیاس نوشته شده در زیر نقشه هم‌خوانی ندارد، از این رو در بسیاری از نقشه‌ها علاوه بر مقیاس نوشتاری از مقیاس خطی در کنار نقشه استفاده می‌کنند. مشابه شکل ۹-۳۴.

هریک از بخش‌های سیاه یا سفید نشان‌گر یک متر است. یکی از بخش‌ها به قطعات ۲۰ سانتی‌متری تقسیم شده و از مقایسه آن با ابعاد فضاها یا نقشه‌ای که مقیاس دقیقی ندارد می‌توان درک نسبتاً درستی از ابعاد فضاها به دست آورد.



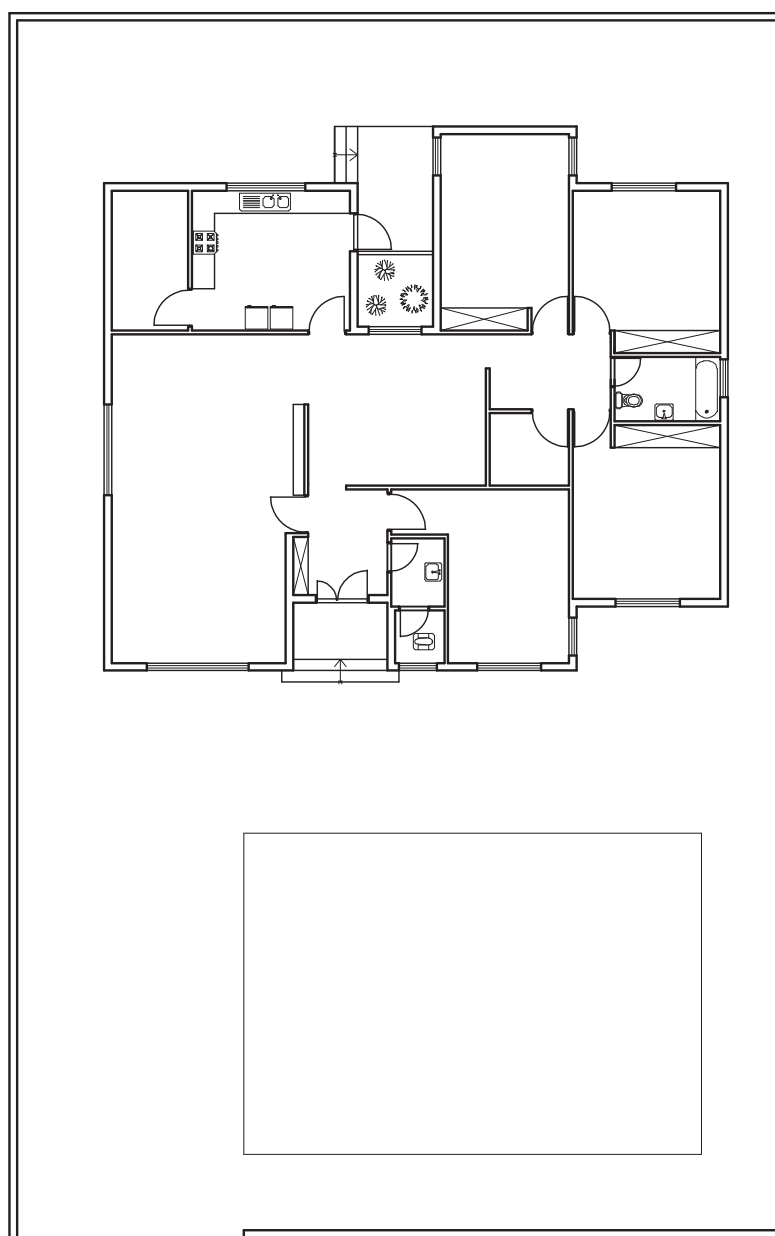
شکل ۹-۳۴

## تمرین نهایی

زاویه دید جنوب شرقی.

مشخصات ارتفاعی ساختمان را با توجه به اندازه‌های معمول و منطقی با کمک معلم خود انتخاب کنید. با رعایت کامل آنچه تاکنون در رابطه با نقشه‌کشی آموخته‌اید، مهارت و توان خود را به نمایش بگذارید.

پلان داده شده در شکل ۹-۳۵ یک ساختمان مسکونی یک طبقه در مقیاس ۱/۲۰۰ است. این بنا را با ترسیم نقشه‌های زیر و در مقیاس ۱/۱۰۰ معرفی کنید:  
پلان بام و حیاط، پلان مبلمان، پلان اندازه‌گذاری، دو پرش عمود بر هم، نماهای شمالی و جنوبی و پرسپکتیو ایزومتریک از



مقیاس ۱/۲۰۰

شکل ۹-۳۵

### برداشت و تهیه نقشه از بنای موجود

- هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود :
  - از پلان‌ها و نماها و برش‌های فرضی یک بنای کوچک کروکی تهیه کند.
  - اندازه‌های یک بنا را به نحو صحیح برداشت کرده در کروکی ترسیم شده منعکس نماید.
  - با استفاده از کروکی‌های برداشت شده نقشه‌های ساختمان را ترسیم نماید.

#### مقدمه

نقشه‌های ساختمان معمولاً هنگامی تهیه می‌شوند که هنوز ساختمان ساخته نشده است و طراح با کمک نقشه آن‌چه را در ذهن دارد به مجری ساختمان منتقل می‌کند اما گاهی این روند معکوس می‌شود. گاهی اوقات ما نیاز به نقشه‌های یک بنای موجود داریم. مثلاً برای بازسازی یا الحاق قسمت تازه‌ای به آن. علاوه بر این بسیاری از بناهای قدیمی فاقد نقشه هستند و تهیه نقشه از آنها به ما کمک می‌کند تا دانش خود را نسبت به ایده‌های طراحی و ارزش‌های معماری این بناها افزایش دهیم.

از این رو ما اقدام به تهیه نقشه از بناهای ساخته شده می‌کنیم. به این عمل برداشت یا رولوه می‌گویند. ممکن است حتی نقشه‌های یک بنا موجود باشد اما در موقع ساخت قسمت‌هایی از آن تغییر کرده و مطابق نقشه اجرا نشده باشد که بسیار هم پیش می‌آید. در چنین مواردی اگر بخواهند مثلاً بعد از چند سال تغییراتی در بنا ایجاد کنند، تهیه نقشه‌های وضع موجود بنا لازم می‌شود. هم‌چنین ممکن است در ساختمانی که در هنگام اجرا تغییراتی در نقشه آن داده شده در پایان کار و برای برآورد هزینه، برداشت مجدد از تمام یا قسمت‌های تغییر یافته لازم باشد به این نوع نقشه‌ها «چون ساخت» یا «as built» می‌گویند.

#### برداشت نقشه یک بنا چگونه انجام می‌شود؟

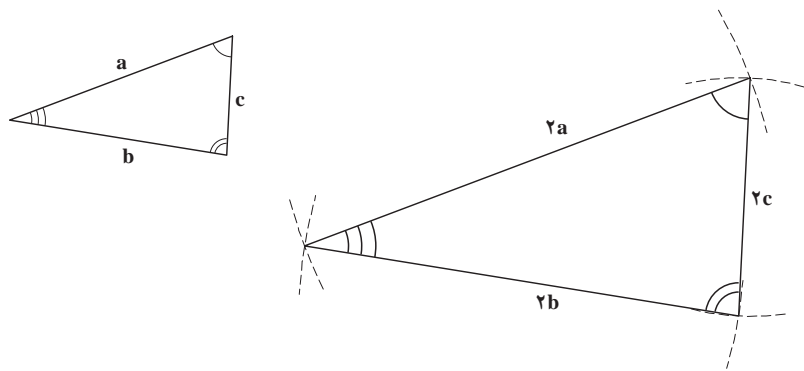
امروزه با استفاده از ابزارهای پیشرفته نقشه‌برداری، دوربین‌های مجهز عکاسی و رایانه می‌توان نقشه‌های دقیقی از بناهای موجود تهیه کرد. پیش از اختراع دوربین‌های نقشه‌برداری که روزبه‌روز هم دقیق‌تر و پیشرفته‌تر شده‌اند، یک روش آسان با دقت کافی در برداشت از بناهای معمولی رایج بوده است که هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این روش برداشت، مثلث‌بندی می‌گویند.



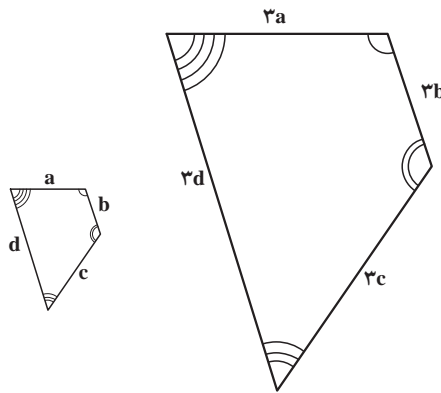
## مثلث بندی

می‌دانیم که یک بنا که مطابق نقشه ساخته شده کاملاً مشابه نقشه آن است به عبارت بهتر اگر بتوانیم پلان یک بنا را یک شکل تصور کنیم. این شکل شکلی است کاملاً متشابه با نقشه آن و برای مثال صدبرابر نقشه بنا در مقیاس یک صدم است اما تشابه دو شکل یعنی چه؟

در بخش اول دیدید که دو شکل را مشابه هم گویند آن‌گاه که زوایای آنها با هم مساوی و اضلاع متناظر آنها با هم متناسب باشند. مثلاً دو مثلث شکل ۱-۱ با هم مشابهند زیرا زوایای شان با هم مساوی و اضلاع یکی دو برابر اضلاع دیگری است. یا دو چهار ضلعی شکل ۱-۲ با هم مشابهند. زیرا زوایای آنها با هم برابر و اضلاع متناظرشان یکی سه برابر دیگری است. دقت کنید که دو شکل مساوی هم در واقع دو شکل مشابهند که نسبت اضلاع آنها یک به یک است.



شکل ۱-۱

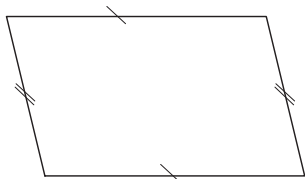


شکل ۱-۲

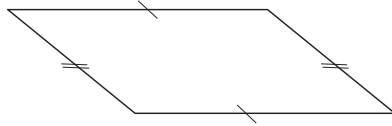
## چگونه می‌توان شکلی مشابه شکل دیگر ترسیم کرد؟

مثلاً می‌خواهیم شکلی مشابه شکل ۱-۱ ترسیم کنیم به نحوی که شکل جدید دو برابر شکل اول باشد. شاید یک راه آن این باشد که از یک خط‌کش مدرج استفاده کنیم. اضلاع مثلث را اندازه گرفته آنها را دو برابر کرده آن‌گاه مطابق آنچه در بخش اول آموختیم با استفاده از معلوم بودن سه ضلع مثلث را ترسیم کنیم. دو مثلث با هم متشابه خواهند بود.

آیا با استفاده از روش فوق می‌توانیم دو برابر چهارضلعی شکل ۱۰-۳ را ترسیم کنیم؟  
 اصولاً آیا می‌توان فقط با داشتن چهار ضلع یک چهارضلعی، مشابه آن را ترسیم کرد؟  
 می‌بینید که امکان ندارد. اضلاع دو چهارضلعی شکل ۱۰-۴ با اضلاع چهارضلعی شکل ۱۰-۳ مساوی  
 است. ولی می‌بینید که هیچ‌کدام با هم و با چهارضلعی شکل ۱۰-۳ مشابه نیستند.



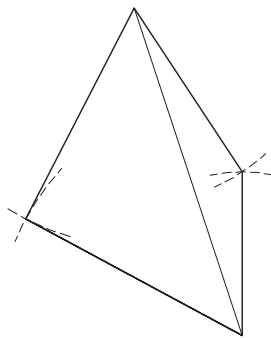
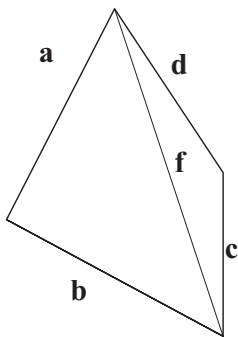
شکل ۱۰-۴



شکل ۱۰-۳

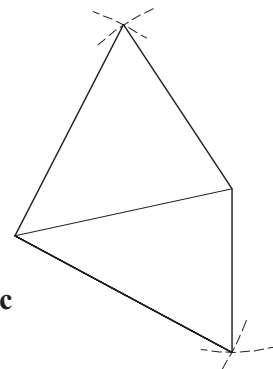
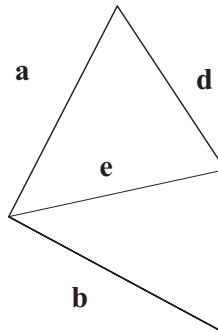
واقعیت این است که برای ترسیم یک چهارضلعی مساوی یا مشابه با یک چهارضلعی دیگر داشتن لااقل سه  
 ضلع و دو زاویه مجاور به دو ضلع معلوم لازم است.  
 آیا راه دیگری وجود دارد؟  
 به شکل ۱۰-۵ نگاه کنید. مشاهده می‌کنید که با استفاده از قطرهای چهارضلعی می‌توان مشابه یا مساوی آن  
 را ترسیم کرد.

در واقع چهارضلعی را تبدیل به دو مثلث کرده‌ایم و چون همیشه می‌توان یک مثلث را با سه ضلع معلوم ترسیم  
 کرد می‌توانیم چهارضلعی را هم ترسیم کنیم.



(ب)

شکل ۱۰-۵

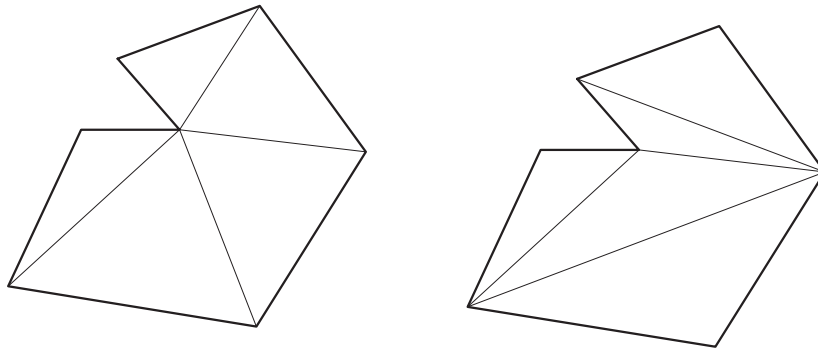


(الف)

توجه کنید که چگونگی تقسیم چهارضلعی به مثلث اهمیت چندانی ندارد. هر کدام از قطرهای آن که ترسیم کنیم  
 چهارضلعی به دو مثلث تقسیم شده و امکان ترسیم مشابه آن وجود دارد (مقایسه دو تصویر الف و ب شکل ۱۰-۵).  
 ولی در عمل بهتر است مثلث‌بندی به نحوی انجام شود که طول‌های قابل اندازه‌گیری کوچک‌تر باشد و اندازه‌گیری  
 آسان‌تر شود.

آیا همه اشکال را می‌توان به تعدادی مثلث تبدیل کرد؟

به شکل ۶-۱۰ توجه کنید :

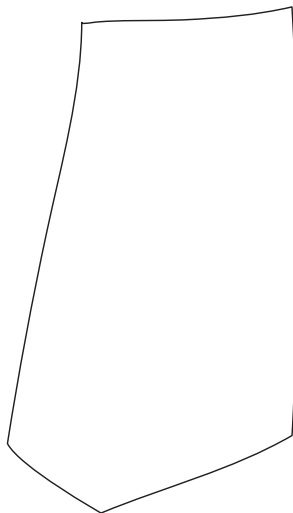


شکل ۶ - ۱۰

مشاهده می کنید که این شکل به دو طریق به چند مثلث تقسیم شده است. تمرین - آیا می توانید مشابه شکل بالا را با اندازه گیری اضلاع مثلث ها در سه برابر اندازه آن ترسیم کنید؟ اکنون دانستید که می توان بدون داشتن نقاله یا ابزار دیگر سنجش زاویه، مشابه هر شکلی را فقط با تقسیم آن به تعدادی مثلث و اندازه گیری اضلاع مثلث ها، ترسیم کرد. به این عمل مثلث بندی می گویند. مثلث بندی روش ساده و عملی برای تهیه نقشه های یک بنای موجود است. در این روش می توانیم بدون استفاده از دوربین و ابزار و تجهیزات نقشه برداری و فقط با متر و طناب نقشه بناهای معمولی را برداشت یا رولوه کنیم.

### برداشت نقشه عناصر و فضاهای معماری

فرض کنید مالک یک باغ قدیمی می خواهد باغ خود را بفروشد. اما نقشه باغ و مساحت دقیق آن را ندارد. چگونه می توانید نقشه باغ او را برایش رسم کرده و مساحتش را محاسبه کنید؟ دو وسیله مورد نیاز ما یکی متر است و دیگری طناب بلند (جایگزین یک متر بلند)



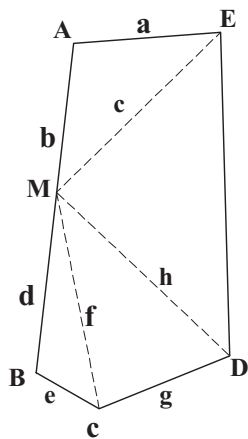
شکل ۷ - ۱۰

ما می توانیم در درون باغ راه برویم و مرز باغ یا دیواره آن را با زمین همسایه تشخیص دهیم. باغ احتمالاً یک چند ضلعی محدب یا مقعر است. با حرکت در باغ و شناسایی مرز بیرونی آن ما می توانیم تصویری تقریبی از شکل باغ داشته باشیم. بنا بر این می توانیم کروکی یا طرح اولیه و اجمالی از باغ ترسیم کنیم (مشابه شکل ۷-۱۰).

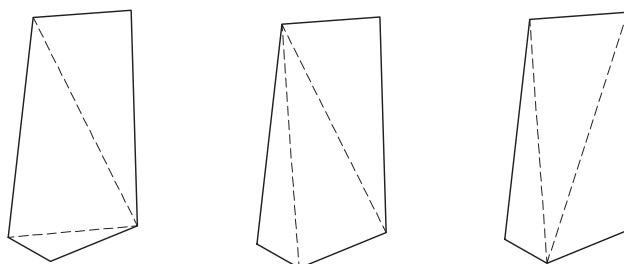
حال باید اندازه اضلاع و زوایای باغ را به دست آوریم. دوربین نقشه برداری نداریم و زوایای باغ را که با نقاله نمی توان اندازه گرفت. بنابراین تنها راه آسان و عملی مثلث بندی است.

می‌دانید که مثلث‌بندی را به طرق مختلفی می‌توان انجام داد. در شکل ۸-۱۰ سه حالت مثلث‌بندی دیده می‌شود. حتی می‌توان در صورت بعد فاصله رئوس، با تعیین نقاطی جدید مثلث‌های کوچک‌تری درست کرد و اضلاع این مثلث‌ها را اندازه گرفت. مانند شکل ۹-۱۰ اکنون دیگر ترسیم نقشه باغ کار ساده‌ای است.

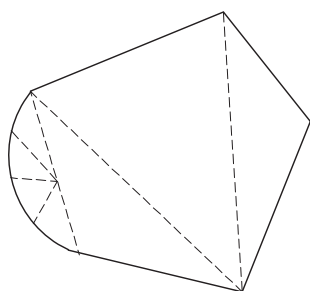
تمرین - اگر فرض کنیم نقشه باغ با روش شکل ۹-۱۰ مثلث‌بندی شده و ابعاد اضلاع آن با واحد متر اندازه‌گیری و در کروکی منعکس شده است، نقشه محوطه باغ را در مقیاس ۵:۱ ترسیم کنید.



شکل ۹-۱۰



شکل ۸-۱۰



شکل ۱۰-۱۰

### برداشت اشکال منحنی

اگر باغ اشاره شده در بالا دارای انحنا بود. آیا باز هم می‌توانستیم از طریق مثلث‌بندی نقشه آن را برداشت کنیم؟ به شکل ۱۰-۱۰ توجه کنید:

آیا از طریق تعیین نقاطی بر ضلع منحنی می‌توان شکل منحنی را برداشت و ترسیم کرد؟

واضح است که هر چه تعداد نقاط بیشتر باشد نقشه دقیق‌تر می‌شود.

تمرین: به چند گروه تقسیم شوید و با نظارت معلم خود نقشه حیاط مدرسه خود را برداشت کنید. و آن را در مقیاس ۱/۱۰۰ ترسیم کنید.

قبل از انجام کار به نکات زیر توجه کنید:

۱- نقشه برداری یک فعالیت گروهی است. حداقل یک گروه دو نفره برای برداشت نقشه یک فضا لازم است. اگر گروه سه نفره باشد بهتر است. زیرا دو نفر در مترکشی ابعاد فضاها مشارکت می‌کنند و یک نفر مسئول ثبت اندازه‌ها به روی کروکی می‌شود.

۲- هر چه کروکی تهیه شده از محل برداشت واضح‌تر و گویاتر ترسیم شود و هر چه اندازه‌ها تمیزتر و گویاتر نوشته شود، انتقال اندازه‌ها برای ترسیم دقیق نقشه آسان‌تر می‌شود.

با توجه به توضیحات فوق دانستید که ما می‌توانیم نقشه هر شکلی را که بتوانیم به درون آن برویم برداشت کرده و ترسیم کنیم.

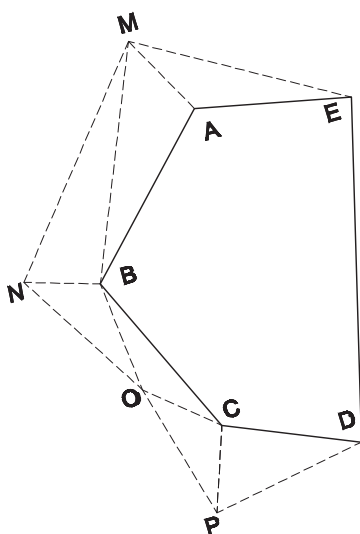
## برداشت پیرامون یک سطح بدون داخل شدن به درون آن

ممکن است در شرایطی واقع شویم که نیاز به تهیه یک نقشه از یک شکل باشد که امکان مثلث‌بندی در درون آن وجود ندارد. چه باید بکنیم؟

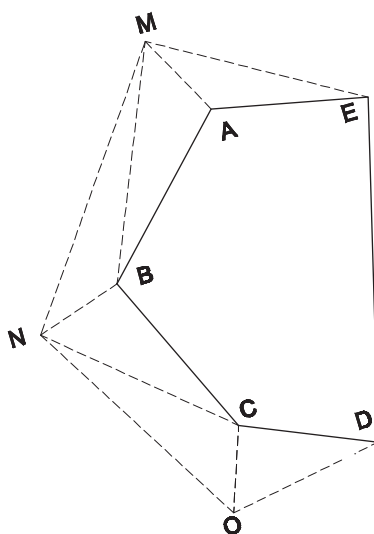
فرض کنید مالک باغی می‌خواهد حجم آب استخر بزرگ باغ خود را اندازه بگیرد. او نمی‌تواند داخل استخر شود و می‌خواهد نقشه سطح استخر را تهیه کند، به نظر شما چگونه عمل کند؟ واضح است که در مرحله اول می‌باید یک کروکی تقریبی از استخر تهیه کند، مثلاً مشابه شکل ۱۱-۱۰ که تهیه آن آسان است.

چون نمی‌تواند داخل استخر شود، شکل داخلی چندضلعی را نمی‌تواند مثلث‌بندی کند. بنابراین ناچار است با کمک مثلث‌هایی در خارج استخر نقاط را پیدا کند.

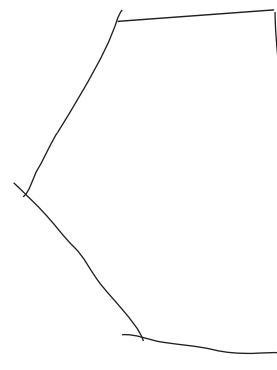
به شکل ۱۲-۱۰ توجه کنید. به نظر می‌رسد که با تعیین نقطه یا نقاطی در خارج استخر بتوان مثلث‌هایی را شکل داد و همه نقاط استخر را با دقت تعیین نمود. مشابه آنچه در مورد باغ گفته شد اگر طول ضلع بعضی از مثلث‌ها زیاد باشد، می‌توان نقاط انتخابی را بیشتر کرد و از طریق مثلث‌های بیشتری نقاط را پیدا نمود (مانند شکل ۱۳-۱۰).



شکل ۱۳-۱۰



شکل ۱۲-۱۰



شکل ۱۱-۱۰

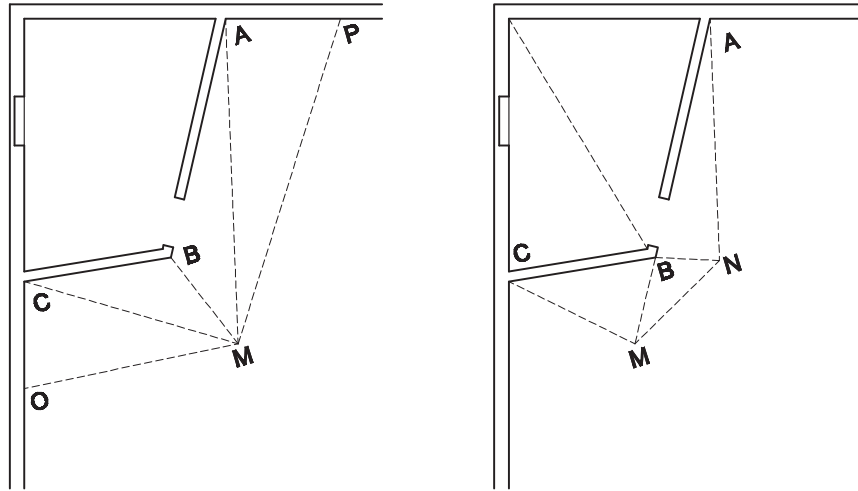
دقت کنید که مثلث‌ها باید به یکدیگر تکیه داشته باشند. یعنی هر مثلث با مثلث بعدی ضلع مشترک داشته باشند.

تمرین: با کمک معلم خود شکل یک باغچه یا حوض یا یک سکو را بدون آن‌که به داخل بروید برداشت کرده نقشه آن را ترسیم کنید.

## برداشت یک حجم

فرض کنید می‌خواهیم برای یک باغبان نقشه اتاقکی را که در گوشه حیاط واقع شده و او وسایل باغبانی خود را در آن می‌گذارد را ترسیم کنیم.

در مرحله اول کروکی پلان اتاقک را ترسیم می‌کنیم، مثلاً مشابه شکل ۱۴-۱۰.



شکل ۱۴-۱۰

مشاهده می‌کنید در این مورد ما می‌توانیم نقشه سطح کلی اتاقک را هم از بیرون و هم از درون اتاق با مثلث‌بندی ترسیم کنیم. اندازه کلی دیوارهای اتاق و زوایای آنها با مثلث‌بندی مشخص می‌شود. اندازه‌های جزئی‌تر مانند جای در یا طاقچه بعد از اندازه‌گیری کلی باید تعیین شود تا خطای ناشی از کم‌دقتی به حداقل برسد.

تمرین: با مشورت معلم خود در یک فعالیت گروهی نقشه کلاس یا کارگاه یا هر فضای دیگری که مناسب باشد را برداشت کرده و نقشه آن را در مقیاس  $1/5^{\circ}$  ترسیم کنید.

## برداشت از یک بنا

می‌خواهیم نقشه‌های یک بنا را برداشت کنیم. برداشت یک نقشه به‌طور کامل به این معناست که تمام اطلاعات بنا را در نقشه‌های مورد نیاز منعکس کنیم. مشابه آنچه که در طراحی یک بنا انجام می‌دهیم.

با توجه به تمریناتی که تاکنون انجام داده‌اید می‌دانید که مراحل زیر باید طی شود:

### الف) پلان

#### ۱- تهیه یک کروکی از پلان بنا

نکته قابل توجه در مورد تهیه کروکی این است که باید در فضاها حرکت کرد و با توجه به تناسب فضاها و ارتباط آنها سعی کرد کروکی تا حد امکان مشابه نقشه بنا باشد. در طی نقشه‌برداری خطاهای احتمالی درک و اصلاح می‌شود.

- ۲- اندازه‌گیری راستاهای اصلی و زوایای بین آنها با کمک مثلث‌بندی
- ۳- اندازه‌گیری فاصله مابین اجزاء مانند در، پنجره، تاقچه و غیره در هر راستا
- ۴- نوشتن اندازه‌ها به صورت خوانا و واضح روی کروکی
- ۵- در صورت امکان رفتن به بام بنا و کنترل اندازه‌های اصلی در بام و تکمیل اطلاعات آن ضمن تهیه نقشه

بام

#### ب) نماها

- ۱- تهیه کروکی از نماهای بنا
- ۲- اندازه‌گیری ارتفاع‌ها در نماهای خارجی و داخلی با کمک متر، شاغول، میله بلند و غیره
- ۳- نوشتن اندازه‌ها به صورت خوانا و واضح روی کروکی

#### ج) برش‌ها

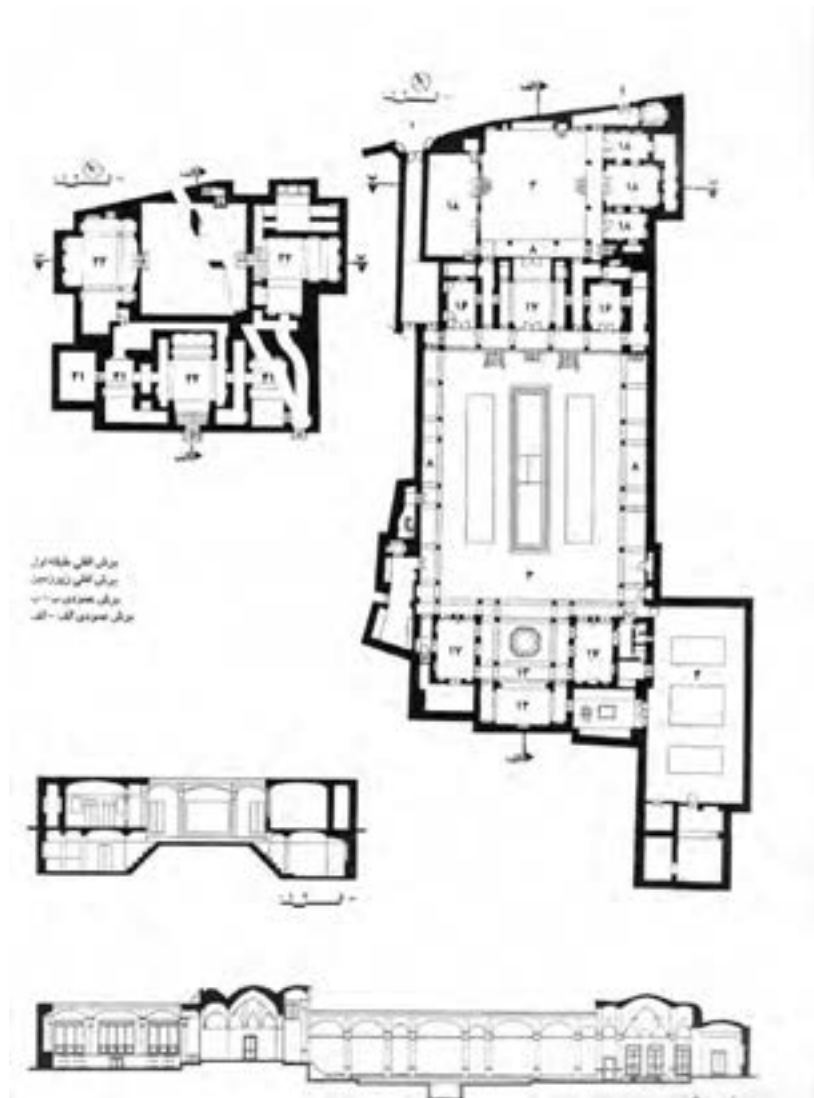
- ۱- تعیین راستاهای مهم برای ارائه اطلاعات داخلی از بنا
- ۲- تهیه کروکی از برش‌های تعیین شده و نماهای مقابل آنها
- ۳- اندازه‌گیری ارتفاع‌ها و احیاناً بعضی از اندازه‌ها در طول و عرض که در کروکی پلان منعکس نشده مانند

کتیبه بالای در

- ۴- نوشتن اندازه‌ها به صورت خوانا و واضح روی کروکی  
به نکات زیر توجه کنید :

عکس‌برداری از قسمت‌های مختلف بنا کمک مؤثری در تصحیح و تکمیل اطلاعات از بنا می‌کند. در موقع ترسیم نقشه‌ها دقت کنید. گاهی مجموع اندازه‌های جزئی از اندازه‌های کلی کمتر یا بیشتر می‌شود، که ناشی از عدم دقت در اندازه‌گیری است که باید سرشکن شده و یکسان شود. به هر حال اندازه‌های کلی مقدم بر اندازه‌های جزئی است.

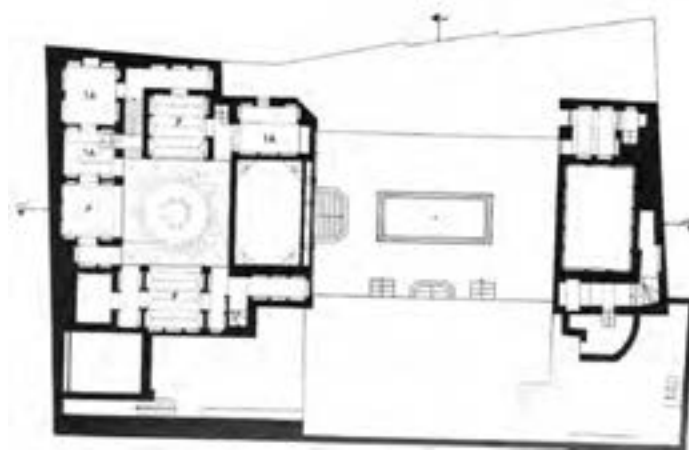
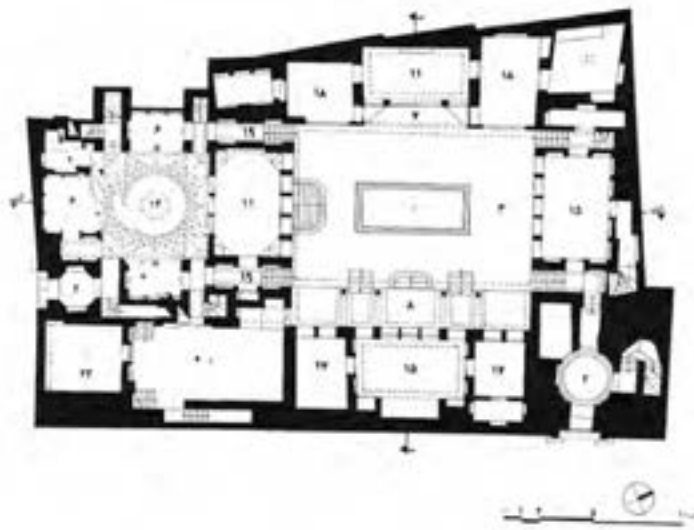
نقشه‌های صفحات بعد از بناهای قدیمی توسط دانشجویان معماری برداشت شده است.  
تمرین: با راهنمایی معلم خود بنای کوچکی را انتخاب کنید و نقشه‌های کامل آن را تهیه نمایید.







شکل ۱۵-۱۰



شکل ۱۰-۱۶

بخش ضمیمه

آشنایی با ابزار

و

تجهیزات نقشه‌کشی

### مقدمه

در طول تاریخ نقشه‌کشی ابزارهای زیادی به کار برده شده که در طی زمان و با رشد دانش و فن‌آوری بشر جای خود را به ابزار ترسیمی مناسب‌تر و کاراتری داده‌اند. در این بخش تعدادی از ابزارهای ترسیمی معرفی می‌شوند که در حال حاضر رایج‌اند، تولید می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نکته مهم در مورد ابزار ترسیم این است که در عمل از آنها صحیح استفاده کنیم و از حداکثر ظرفیت دقت و سرعت آنها بهره ببریم، ضمن آنکه با آگاهی از نحوه نگهداری آنها طول عمر استفاده از آنها را به حداکثر برسانیم.

### ابزار و تجهیزات نقشه‌کشی

#### ۱- تخته رسم

صفحه‌ای است مستطیل شکل، به ابعاد  $70 \times 100$  سانتی‌متر از انواع چوب‌های صنعتی که کناره سمت چپ آن سرتاسر از یک تکه چوب سخت ساخته شده است (شکل ۱). در حال حاضر تخته رسم‌هایی که برای استفاده دانش‌آموزان ساخته می‌شود، در ابعاد تقریبی  $70 \times 50$  سانتی‌متر و از چوب‌های صنعتی مانند، نئوپان که هر دو سطح آن با روکش چوب پوشیده شده یا چوب‌های چند لایه که اطراف آن زهواروی از چوب سخت چسبانیده شده تا هم ضخامت چوب نئوپان یا چندلایه را ببوشاند و هم حرکت خط‌کش تی روی آن به آسانی انجام شود. معمولاً، دو پایه سراسری در جهت عرض آن چسبانیده شده است که به تخته رسم شبیهی مناسب می‌دهد تا کار ترسیم بر روی آن، انجام گیرد. زیر تخته رسم جایی برای خط‌کش تی تعبیه شده است. رویه تخته رسم، نسبتاً نرم و صاف ساخته می‌شود و برای محافظت و نظافت بیشتر می‌توان روی آن را با انواع پلاستیک سفید پوشانید. تخته رسم باید دارای اندازه متناسب و نسبتاً سبک و

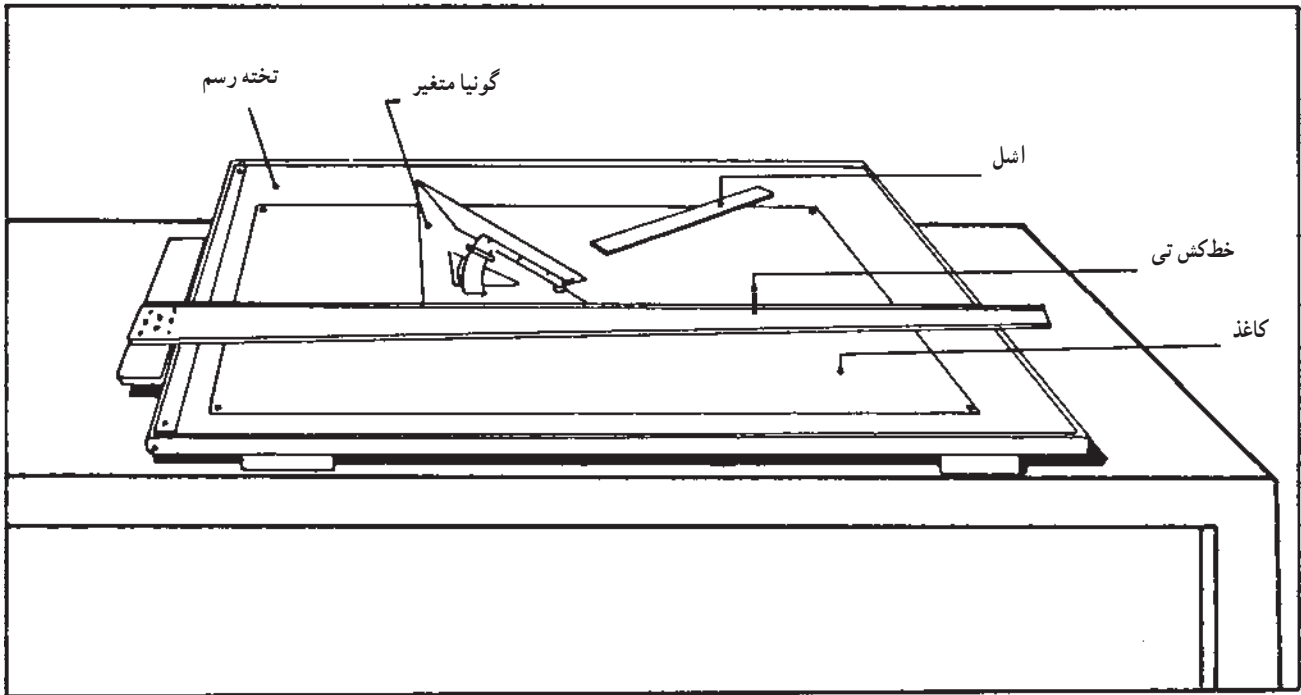
می‌دانیم ابزار و تجهیزات برای انجام یک فعالیت ساخته می‌شوند. هرچه ابزار دقیق‌تر و کامل‌تر باشند، و هرچه کاربرد استفاده صحیح با ابزار را بهتر بدانند انجام آن فعالیت سهل‌تر می‌شود.

همانند هر فعالیت دیگری ابزار و تجهیزات ترسیم در طول تاریخ دستخوش تغییراتی شده است. به‌خصوص در نیمه دوم قرن گذشته توسعه و پیشرفت علم مواد و نیز فناوری ساخت شتاب زیادی گرفت و سبب تغییرات زیادی در ابزار کار ترسیم شد. تکامل و خانگی شدن رایانه و ورود آن به حوزه ترسیم و طراحی نقطه عطفی در کیفیت و قدرت ابزار و تجهیزات ترسیم بود. تولید نرم‌افزارهای ترسیم و تکامل دائمی آنها در دو دهه گذشته ترسیمات دستی را در محدوده کارهای حرفه‌ای، در اغلب کشورها به‌ویژه کشورهای توسعه یافته تقریباً منسوخ نمود.

در کشور ما نیز در حال حاضر استفاده از رایانه در اکثر نزدیک به اتفاق دفاتر معماری و مهندسی رایج است و کمتر نقشه‌ای در محدوده حرفه با ابزار دستی ترسیم می‌شود. با این وصف در آغاز کار و شروع آموزش نقشه‌کشی استفاده از ابزار دستی کاملاً لازم است. زیرا در کار با رایانه به دلیل کوچک بودن صفحه نمایش نتیجه واقعی کار به سهولت قابل رؤیت نیست. به‌ویژه آن که خروجی نهایی نقشه به روی کاغذ می‌باشد که با نمایش روی نمایشگر متفاوت است. اما در کار با دست نتیجه کار در لحظه انجام آن روی کاغذ دیده می‌شود. و هم‌زمانی ترسیم و خروجی آن درک و فهم زبان نقشه را آسان می‌کند. این امر برای فرد مبتدی بسیار مفید و لازم است.

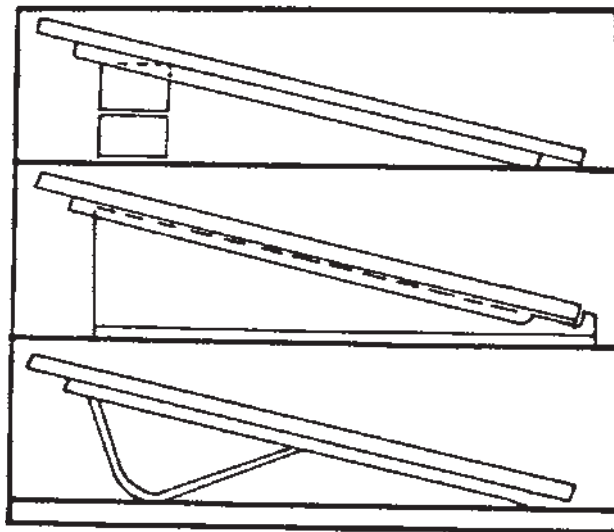
بعد از یادگیری این زبان استفاده از رایانه می‌تواند به کار سرعت و دقت بیشتری دهد. مشروط بر این که مهارت لازم را در استفاده از نرم‌افزار و به‌کارگیری درست و اصولی فرمان‌ها یافته باشیم.

۱- چوب‌های صنعتی مانند نئوپان، چنان‌چه فقط یک رویه آن را روکش چسبانیده باشند، پس از مدت کوتاهی سطح روکش شده مقعر و رویه بی‌روکش آن محدب می‌شود.

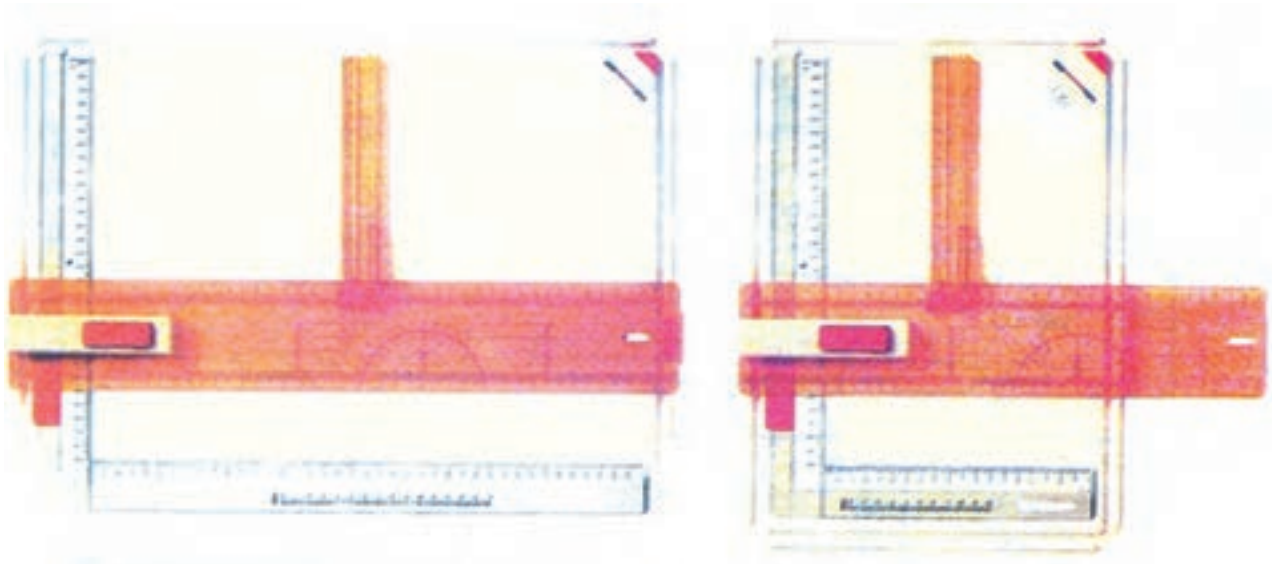


شکل ۱- نمونه‌ای از تخته رسم

قابل حمل باشد که هنرجویان بتوانند به راحتی آن را همراه خود به آموزشگاه حمل نمایند. امروزه نمونه‌هایی از تخته رسم، از نوع پلاستیک ساخته شده که دارای خطکش مخصوصی است که به جای خطکش تی در دو جهت افقی و عمودی در دو شیار حرکت می‌کند (شکل ۳). با انواع تخته رسم به راحتی می‌توان خطوط افقی و عمودی را رسم نمود. البته از هر سطح صاف و مسطحی که فقط یک کناره (لبه) آن صاف باشد به نحوی که خطکش تی بتواند در کناره آن حرکت کند، می‌توان به جای تخته رسم استفاده کرد. در شکل ۲، تخته رسم با پایه ثابت و تاشو نشان داده شده است.



شکل ۲- سه نمونه پایه تخته رسم



شکل ۳- دو نمونه تخته رسم

## ۲- میز نقشه‌کشی

میزی است با رویه کاملاً صاف، نرم و مسطح با پایه‌های فلزی (به‌ندرت چوبی) به ابعاد  $120 \times 80$  cm یا  $120 \times 180$  cm. جنس رویه از انواع چوب‌های صنعتی با روکش چوب و یا انواع روکش‌های پلاستیکی؛ گوشه‌های میز گونیا و کناره‌های آن کاملاً صاف که خط‌کش تی به راحتی در کناره میز حرکت می‌کند.

ارتفاع میز، متغیر و قابل تنظیم است و رویه آن نیز تحت هر زاویه و شیبی قابل تنظیم می‌باشد. در کنار یا زیر لبه میز، محلی برای قرار دادن وسایل کار پیش بینی شده است. در شکل ۴، یک نمونه از میزهای نقشه‌کشی با پایه‌های فلزی نشان داده شده است.

نمونه‌های بهتری از میزهای نقشه‌کشی، دارای سیستم هیدرولیک وجود دارد که ارتفاع و شیب میز، به وسیله پدال‌هایی، به راحتی قابل تنظیم می‌باشد.

چند نکته دربارهٔ محافظت و نگهداری از تخته رسم

## و میز نقشه‌کشی

۱- هرگز چیزهای سخت و نوک تیز را نباید روی میز و

تخته رسم کشید.

۲- از بردن هر نوع کاغذ، مقوا و نظایر آن با تیغ یا کاتر، بر

روی میز نقشه‌کشی و یا تخته رسم خودداری کنید.

۳- از وارد آمدن هر نوع ضربه‌ای به لبه‌های میز و تخته



شکل ۴- نمونه‌ای از میزهای نقشه‌کشی ساده

رسم جلوگیری کنید.

۴- برای محافظت بیشتر از آنها، بهتر است رویه آنها را با

پلاستیک سفید پوشانید و هر بار قبل از استفاده، رویه آنها را با

دستمال تمیز و نمدار پاک کنید.

### ۳- کاغذهای نقشه‌کشی

یکی از لوازم اصلی کار نقشه‌کشی و کارهای ترسیمی و طراحی، کاغذ می‌باشد. نوع کاغذ در کارهای ترسیمی از اهمیت بسیاری برخوردار است. انتخاب کاغذ با توجه به نوع کاربرد آن متفاوت می‌باشد.

**نوع کاغذ :** به طور کلی برای کارهای نقشه‌کشی و کارهای ترسیمی سه نوع کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد، که عبارت‌اند از :  
**الف - کاغذ پوستی ب - کاغذهای کالک ج - کاغذهای سفید**  
**الف) کاغذ پوستی :** کاغذی است سفید و نسبتاً نازک که برای کارهای تمرینی و طرح‌های اولیه از آن استفاده می‌شود. کاغذ پوستی خوب، باید دارای خصوصیات زیر باشد : ۱- رنگ آن سفید باشد. ۲- نسبتاً نازک باشد به طوری که تصویر و خطوط، به خوبی از پشت آن (زیر آن) دیده شود. ۳- سطح کاغذ به اندازه کافی زیر باشد که مداد به خوبی روی آن اثر بگذارد و در موقع پاک کردن، اثر خط مداد روی آن باقی نماند. (از کاغذهای نازک روغنی که شبیه کاغذ پوستی هستند در قنادی‌ها و اغذیه‌فروشی‌ها برای بسته‌بندی از آن استفاده می‌شود، نمی‌توان به جای کاغذ پوستی استفاده نمود.)

**ب) کاغذهای کالک :** نوعی کاغذ نرم و ضدچربی است که به اندازه کافی نور از آن عبور می‌کند و برای کپی‌برداری و طرح برداشتن مناسب است و نسبت به میزان انتقال نور، برای نسخه‌برداری با دستگاه چاپ و تکثیر اوزالید نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاغذ به صورت ورقه، رول یا توپ و دفترچه در دسترس است. طراحان و مهندسين معمار و ساختمان از این کاغذ برای ترسیمات نهایی که با قلم و مرکب ترسیم می‌شوند استفاده بسیار می‌کنند. از خصوصیات این کاغذ این است که اشتباهات ترسیمی مرکبی، با کشیدن تیغ، به راحتی از روی آن تراشیده می‌شود.

#### جدول ۱- جدول ابعاد کاغذ A0 تا A7

	mm	inches		mm	inches
A0	841×1189	33 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ×46 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	A4	210×297	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ×11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
A1	594×841	33 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> ×33 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	A5	148×210	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ×8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
A2	420×594	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ×33 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	A6	105×148	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> ×5 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>
A3	297×420	11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> ×16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	A7	74×105	2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> ×4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>

کاغذ کالک در کلیه دفاتر فنی، صنعتی و مشاور، شرکت‌هایی که به نحوی با کارهای طراحی فنی و صنعتی سر و کار دارند، مورد استفاده می‌باشد.

**ج) کاغذ سفید :** کاغذهای سفید بدون خط که همه افراد کم و بیش با آن آشنا هستند و در اغلب کارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنرجویان عزیز در سال‌های اول و دوم هنرستان‌ها از این کاغذ استفاده می‌کنند. انواع این کاغذها از روی وزن آنها مشخص می‌گردند و به کاغذهای ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ گرمی معروف می‌باشند. (این مقدار وزن مربوط به یک متر مربع کاغذ می‌باشد.) به طور کلی، هر چه وزن کاغذ بیشتر باشد آن کاغذ ضخیم‌تر و مقاوم‌تر و سطح آن کاغذ برای کارهای ترسیمی مناسب‌تر است.

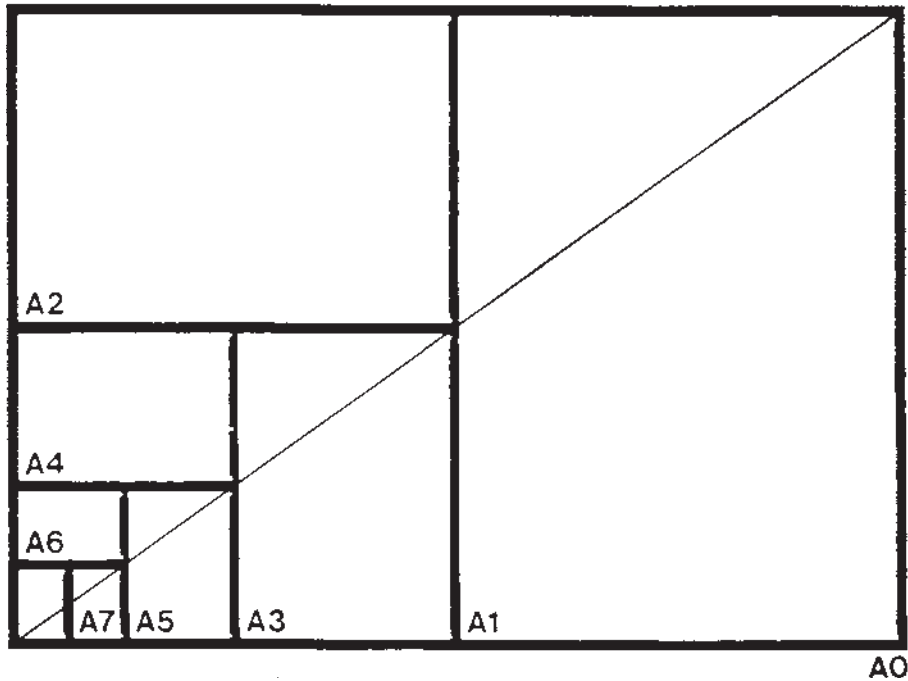
کاغذهای ۸۰ و ۱۰۰ گرمی برای کارهای کلاسی سال‌های اول و دوم هنرستان‌ها، مناسبند.

**اندازه کاغذ :** کاغذهای استاندارد دارای ابعاد مشخص و ثابتی هستند (شکل ۵ و جدول ۲).

بزرگ‌ترین اندازه کاغذهای نقشه‌کشی، کاغذ A<sup>۰</sup> می‌باشد. ابعاد این کاغذ همان‌گونه که در جدول زیر مشاهده می‌شود ۸۴۱×۱۱۸۹ mm می‌باشد. مساحت کاغذ A<sup>۰</sup> بریده نشده برابر یک مترمربع می‌باشد.

اگر کاغذ A<sup>۰</sup> را از جهت طول، تا کنیم به دو کاغذ A<sup>۱</sup> تبدیل می‌شود. همین‌طور کاغذ A<sup>۱</sup> به دو برگ کاغذ A<sup>۲</sup> و به طور کلی هر کاغذ استاندارد شده بزرگ‌تر که از طول تا شود، به دو برگ کاغذ استاندارد شده کوچک‌تر تبدیل می‌شود. در شکل ۳۵ نحوه تقسیم کاغذ A<sup>۰</sup> به کاغذهای کوچک‌تر نشان داده شده است.

در جدول ۱ نیز ابعاد کاغذها از A<sup>۰</sup> تا A<sup>۷</sup> آورده شده است.



شکل ۵- نمونه کاغذ A۰ تا A۷

استفاده می‌شود. به طور کلی مدادها به ۳ گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول مدادهای سخت یا «Hard» که با حرف H مشخص شده‌اند. هر چه شماره H بالاتر باشد، سختی مداد بیشتر و کم‌رنگ‌تر است. برای مثال، مداد ۳H از مداد ۲H کم‌رنگ‌تر و سخت‌تر می‌باشد. مداد H و ۲H بیشتر در کارهای ترسیمات فنی به کار می‌روند. در جدول ۲، گروه‌های مختلف مداد مشخص شده‌اند.

گروه دوم مدادهای سیاه یا «Black» می‌باشند که با حرف B مشخص شده‌اند. هر چه شماره B بیشتر باشد، مغز مداد نرم‌تر و رنگ آن سیاه‌تر (پررنگ‌تر) است. این مدادها بیشتر در کارهای طراحی هنری کاربرد دارند. در جدول ۲، گروه B نشان داده شده است.

به جز دو گروه H و B، دو نوع مداد نیز برای کارهای عمومی مانند نوشتن و نظایر آن کاربرد دارند، که با حرف F و یا HB مشخص شده‌اند. این دو مداد دارای کیفیتی متوسط می‌باشند چون تا حدودی سختی H و رنگ B را یک‌جا دارند (جدول ۲).

برای یادگیری ابعاد کاغذهای استاندارد، کافی است که ابعاد یکی از نرُم‌های کاغذ را به خاطر بسپارید، مثلاً کاغذ  $A4 = 210 \times 297 \text{mm}$  می‌باشد. حال چنانچه عرض کاغذ  $A4$  را دو برابر کنیم، طول کاغذ  $A3$  به دست می‌آید و طول کاغذ  $A4$  برابر با عرض کاغذ  $A3$  است. بدین ترتیب اندازه کاغذ  $A3 = 420 \times 297 \text{mm}$  مشخص می‌شود.

یادآوری: به جز کاغذهای پوستی، کالک و کاغذهای سفید، کاغذهای دیگری وجود دارد که در کارهای طراحی، گرافیک و نقاشی مورد مصرف دارند. این گونه کاغذها دارای ضخامت نسبتاً زیاد و مقاومت خوبی هستند و سطح آنها دارای یک نوع زبری مخصوص است که برای کارهای مورد نظر مناسب است.

#### ۴- انواع مدادها

مداد، وسیله ساده‌ای است که برای نوشتن و کارهای شبیه به آن به کار می‌رود. در کارهای طراحی، نقشه‌کشی و کارهای گرافیک از انواع مدادها برحسب ضرورت برای کارهای اولیه

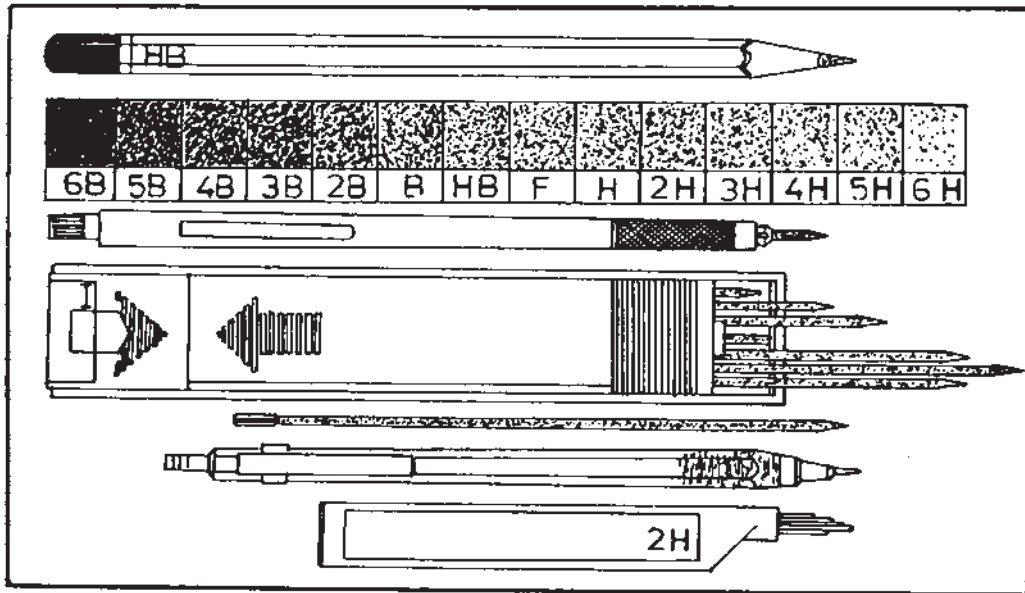


جدول ۲

فوق العاده سخت	6H	سری H مدادهای سخت
خیلی خیلی سخت	5H	
خیلی سخت	4H	
سخت	3H	
نیم سخت	2H	
نسبتاً سخت	H	
حد سخت به متوسط	F	مدادهای متوسط
حد متوسط به نرم	HB	
نسبتاً نرم	B	سری B مدادهای نرم
نیم نرم	2B	
نرم	3B	
خیلی نرم	4B	
خیلی خیلی نرم	5B	
فوق العاده نرم	6B	

مداد اتود: قلمی است فلزی یا پلاستیک سخت که می توان در آن انواع مغز مداد با ضخامت های متفاوت را قرار داد و به جای مداد به کار برد. کار با مداد اتود بسیار راحت و با صرفه و تمیز است. در حال حاضر نمونه های متنوعی از مداد اتود در بازار موجود است (شکل های ۶ و ۷).

تذکر: استفاده صحیح از مداد و مداد اتود، آن است که هنگام نوشتن یا خط کشیدن، نباید به طور ثابت در دست نگه داشته شود، بلکه باید هنگام کار به طور مداوم و آرام در دست چرخانده شود تا نوک آن در یک جهت ساییده و پهن نشود و نوشته و یا خط از کیفیت یکسان برخوردار باشد.



شکل ۶- نمونه های مداد و مداد اتود و گروه های H و B نشان داده شده است.

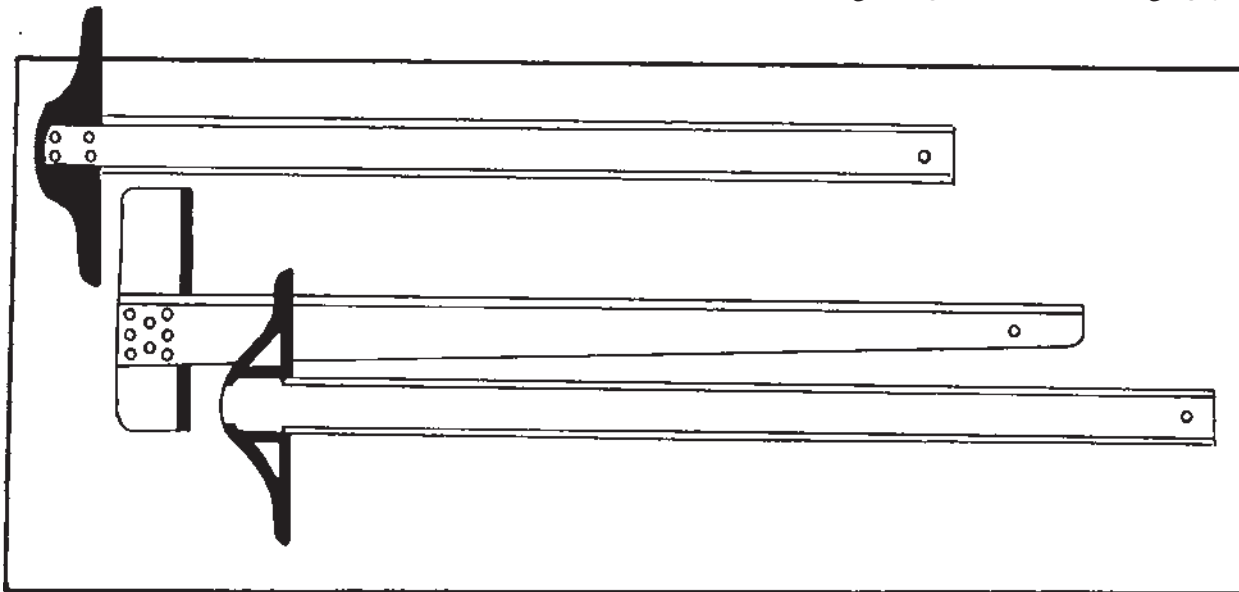


شکل ۷- مداد اتود و قسمت های مختلف آن

## ۵- خط کش تی

می‌شوند: یکی خط کش با سر ثابت که فقط برای رسم خطوط افقی و عمودی قابل استفاده است. دیگری، خط کش با سر متحرک که تحت هر زاویه‌ای قابل تنظیم است و می‌توان به وسیله آن خطوط با زاویه‌های دلخواه رسم نمود. یک یا هر دو لبه خط کش تی ممکن است برای خط کشی قابل استفاده باشد. در شکل ۸، سه نمونه خط کش تی با سر ثابت نشان داده شده است.

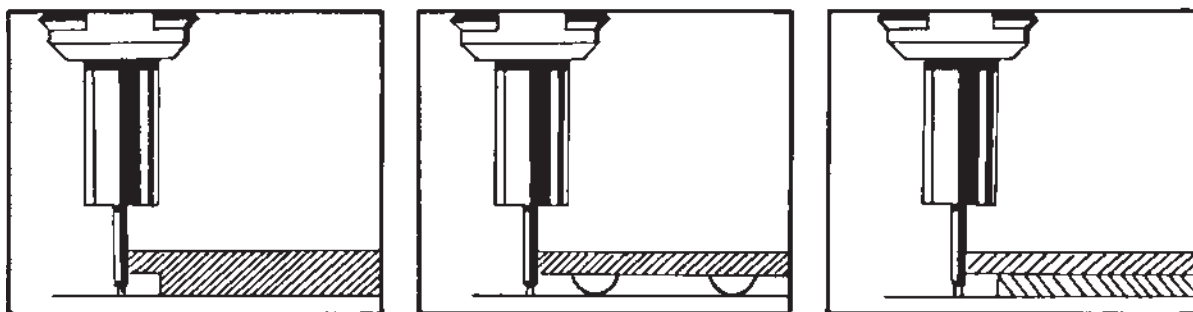
وسيله‌ای است که برای ترسیم خطوط افقی به کار برده می‌شود و همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، از دو قسمت سر و خط کش تشکیل شده است (شکل ۸).  
امروزه نمونه‌های مختلفی با اندازه‌های متفاوت از نوع چوبی، فیبری و پلاستیکی آن (پلاکسی گلاس و فایبرگلاس) در دسترس می‌باشد. معمولاً خط کش‌های تی در دو نمونه ساخته



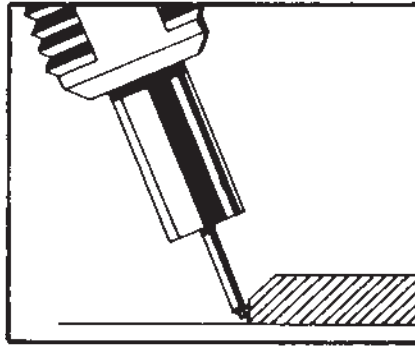
شکل ۸ - سه نمونه خط کش تی

می‌شود. اگر تی از نوع چوبی یا فیبری انتخاب می‌شود، باید در لبه آن نوار پلاستیکی و یا فلزی تعبیه شده باشد. خط کش‌های تی جز در موارد استثنایی مدرج نیستند.

خط کش تی باید به نحوی ساخته شده باشد که لبه‌های آن به سطح کاغذ نچسبند تا در مواردی که از وسایل مرکبی برای خط کشی استفاده می‌شود، مرکب زیر خط کش ندرود و کار را کثیف نکند. در شکل ۹ نمونه‌های صحیح و در شکل ۱۰ نمونه غلط دیده



شکل ۹ - سه نمونه مختلف از تیغه خط کش‌ها



شکل ۱۰- این نمونه خطکش برای کشیدن خطوط مرکبی مناسب نمی‌باشد.

### نکاتی دربارهٔ محافظت از خطکش تی

۱- خطکش تی باید دارای جلد مخصوص باشد تا پس از اتمام کار، در آن قرار داده شود.

۲- در صورتی که از تی استفاده نمی‌شود، باید آن را روی دیوار به نحوی که سر آن به سمت پایین باشد، آویزان نمود تا از کج شدن احتمالی آن جلوگیری شود.

۳- از تی نباید برای برش کاغذ یا مقوا و امثال آن استفاده کرد. چون امکان دارد وسایل برنده مثل کاتر و امثال آن به لبهٔ خطکش تی صدمه برساند.

### ۶- گونیاها

برای کشیدن خطوط قائم و کلیه خطوطی که دارای زاویه‌ای مشخص (ضربیی از عدد ۱۵) باشند، از گونیا استفاده می‌شود. گونیا بر دو نوع است: الف) گونیا ثابت ب) گونیا متغیر.

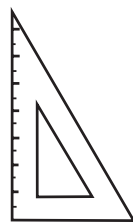
دو نوع گونیا ثابت وجود دارد: یکی با زاویه‌های ۴۵ و ۴۵ درجه که به گونیا ۴۵ درجه معروف است و دیگری گونیا ۶۰ و ۳۰ درجه (شکل ۱۱). گونیاها در اندازه‌های مختلف وجود

دارند که برحسب نوع کار انتخاب می‌شوند. برای هنرجویان، گونیا در اندازه‌های ۲۵ سانتی‌متر بسیار مناسب است. در شکل ۱۱، دو نمونه گونیا نشان داده شده است. جنس گونیا معمولاً از مواد پلاستیکی شفاف (پلاکسی گلاس) می‌باشد. لبه‌های گونیا باید دارای پخی باشند و یا طوری ساخته شوند که لبه‌های آن بر روی کاغذ نجسبند. نوع مدرج آن باید دارای خطوط نازک و کاملاً واضح و دقیق باشد. در موقع انتخاب گونیا، باید انواع کاملاً شفاف و بی‌رنگ آن انتخاب شود. گونیا متغیر، همان‌طور که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود یک گونیا ۴۵° و یا ۳۰° است که در یکی از زوایای ۴۵ یا ۳۰ درجه آن لولا نصب شده و می‌توان زوایای مختلف را با آن ترسیم نمود.

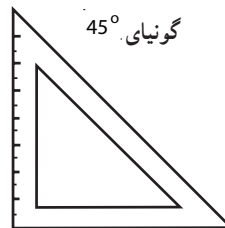
یادآوری می‌شود که تی و گونیا، باید به گونه‌ای انتخاب شوند که گونیا به راحتی بر روی لبهٔ خطکش تی بلغزد و زیر لبهٔ تی گیر نکند.

توصیه می‌شود به منظور حفظ نظافت کار، هفته‌ای یک بار خطکش تی و گونیاها را با پنبهٔ تمیز آغشته به بنزین تمیز نمایند.

گونیا ۳۰° و ۶۰°



گونیا ۴۵°



شکل ۱۱



شکل ۱۲- نمونه‌های گونبای ثابت و متغیّر نشان داده شده است.

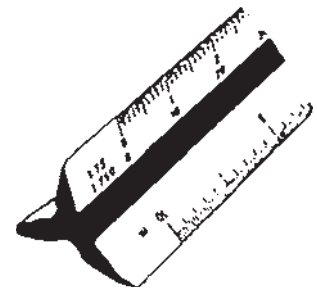
بسیار دقیق مدرج شده است. جنس اشل، پلاستیک فشرده به رنگ سفید می‌باشد. در شکل ۱۳ نمونه‌هایی از اشل نشان داده شده است.

### ۷- اشل

خط‌کشی است مدرج، معمولاً با تیغه مثلث (فرم‌های دیگری وجود دارد) دارای ۶ لبه که روی هر لبه آن یک مقیاس



شکل ۱۳- متر نواری و نمونه‌های اشل



این وسیله در حقیقت اندازه‌های واقعی یک جسم یا طرح را به نسبت‌های معینی کوچک می‌کند تا بتوان آن را بر روی کاغذ رسم نمود.

برای مثال، ترسیم یک اتاق  $3 \times 4$  متر با اندازه واقعی، نیاز به کاغذ و ابزار بزرگ‌تر از اندازه اتاق داریم که این کار مقدور نیست.

مقیاس‌هایی که روی لبه‌های اشل چاپ شده، عبارتند از:  $\frac{1}{10}$ ،  $\frac{1}{20}$ ،  $\frac{1}{25}$ ،  $\frac{1}{30}$ ،  $\frac{1}{40}$ ،  $\frac{1}{50}$  که می‌توان گفت هر مقیاس را با افزودن و یا کم کردن صفرهای آن، می‌توان کوچک و بزرگ نمود.

وسط هر یک از سطح‌های اشل شیاری است که با یک رنگ مشخص گردیده تا مقیاس مورد نظر، به راحتی یافته شود.

۱- برای مثال مقیاس  $\frac{1}{10}$  می‌تواند مقیاسهای  $\frac{1}{100}$  و  $\frac{1}{1000}$  و  $\frac{1}{10000}$  را برای ما بیان کند. کافی است جلوی اعداد اشل صفر قرار دهیم. در مقیاس  $\frac{1}{100}$  ۲ متر، ۲۰ متر، ۱۰ متر و ۱۰۰ متر خوانده می‌شود.

آن قسمت از سوزن که در کاغذ فرو می‌رود کوتاه باشد. دارای بازوهای اضافی باشد تا بتوان دایره‌هایی با قطر زیاد رسم نمود. مجهز به گیره مخصوص برای نصب رایید و قلم‌های جوهری باشد.



شکل ۱۵



شکل ۱۴

اشل، از ابزار مورد نیاز کلیه افرادی است که به نحوی با کار طراحی و نقشه‌کشی در زمینه‌های فنی سر و کار دارند. باید در نظر داشت هر لبه اشل دقیقاً متری است که به نسبت معینی کوچک شده است و در موقع استفاده باید چنین استنباط نمود که با متر اندازه‌گیری می‌شود. مثلاً در یک نقشه با مقیاس  $\frac{1}{50}$  برای عرض دری که  $90^\circ$  سانتی‌متر است نباید گفته شود ۱۸ میلی‌متر و یا در مورد کف پله نباید گفت ۶ میلی‌متر؛ بلکه باید گفت عرض در  $90^\circ$  و کف پله  $30^\circ$  سانتی‌متر است. توصیه می‌شود که هنرجویان را در مدارس فنی به استفاده و به کارگیری اشل عادت دهند.

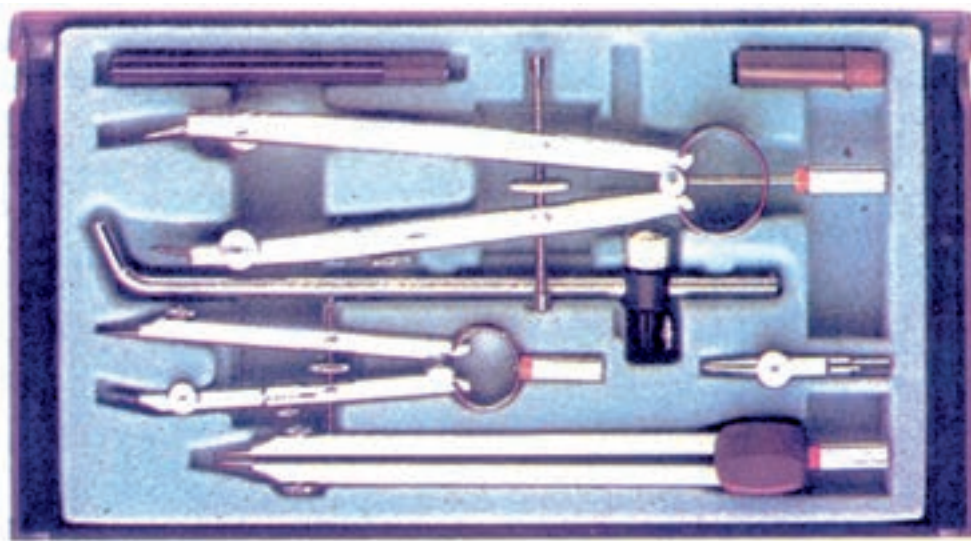
### محافظت و نگهداری اشل

از اشل به هیچ وجه نباید برای خط‌کشی و یا برش کاغذ استفاده کرد. بلکه منحصراً مختص اندازه‌گیری و اندازه‌گذاری است و باید پس از پایان کار در جلد مخصوص خود قرار داده شود.

### ۸- پرگار

برای ترسیم دایره با شعاع‌های متفاوت، از پرگار استفاده می‌شود.

مشخصات یک پرگار خوب: بازوهای پرگار باید بلند و مفصل دو بازو دارای پیچ کنترل باشد تا در موقع رسم دایره شعاع آن تغییر نکند (شکل‌های ۱۴ و ۱۵). سوزن پرگار باید تیز بوده،



شکل ۱۶- سه نمونه پرگار برای کارهای مدادی و مرکبی

دو نمونه نقاله را نشان می‌دهد.

### ۱۰- قلم‌ها

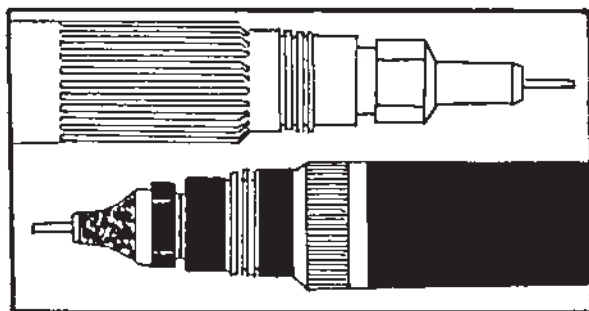
برای دست‌یابی به ترسیمات نهایی، می‌توان هر کار ترسیمی را به دو مرحله تقسیم کرد:

مرحله اول، کلیه ترسیمات به صورت مدادی انجام می‌گیرد. مرحله دوم، ترسیمات مدادی، بر روی کاغذ کالک<sup>۱</sup> و یا در صورت لزوم کاغذ سفید با قلم و مرکب صورت می‌گیرد.

قلم‌های رایید، به صورت تکی یا در سری‌های چهارتایی، هشت‌تایی و نه‌تایی وجود دارند. هر یک از قلم‌ها با ضخامت معینی خط می‌کشند.

به طور کلی قلم‌های رایید در دو نمونه عرضه شده‌اند: یک نمونه آن برای کارهای کشیدنی (ترسیم) کاربرد دارند.

نمونه دیگر آن، علاوه بر کارهای خط‌کشی (ترسیم)، برای کارهای نوشتنی (شابلن نویسی) مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱۸

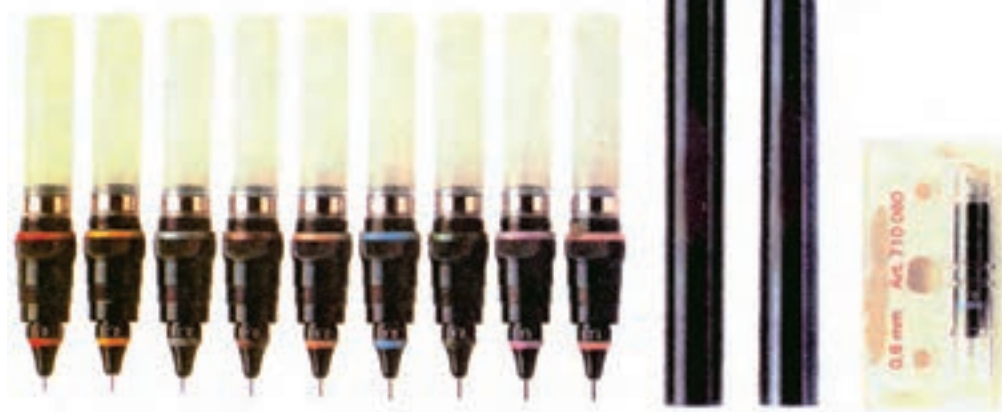
یادآوری: در جایی که می‌خواهیم دایره رسم کنیم، پس از مشخص نمودن محل مرکز دایره که با علامت «+» مشخص می‌شود و یا دو قطر عمود بر هم آن را رسم می‌کنیم، بهتر است روی مرکز را با تکه نوار چسب که قبلاً چسب آن تا اندازه‌ای پاک شده باشد، پوشانید تا پس از رسم دایره، اثر پایه پرگار روی کاغذ باقی نماند.

### ۹- نقاله

از این ابزار، برای اندازه‌گیری زاویه و یا رسم زاویه با درجه مشخص استفاده می‌شود. نقاله، نیم‌دایره‌ای است از جنس پلاستیک شفاف و بی‌رنگ به نام «پلاکسی‌گلاس» که بسیار دقیق به  $180^\circ$  مدرج شده است و در دو جهت، از صفر تا  $180^\circ$  (در جهت حرکت عقربه ساعت و در جهت خلاف آن) شماره‌گذاری گردیده که هر قسمت آن، یک درجه را نشان می‌دهد. نمونه‌های دایره کامل آن که به  $360^\circ$  تقسیم شده نیز وجود دارد. شکل ۱۷



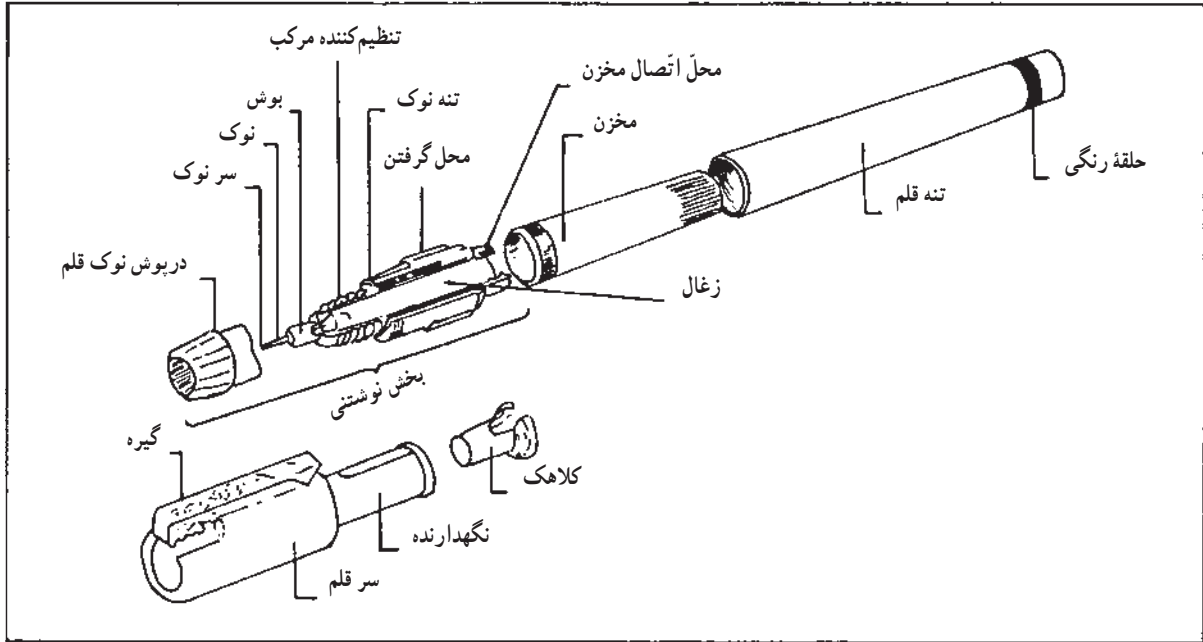
شکل ۱۷



شکل ۱۹- سری نه‌تایی رایید برای کارهای کشیدنی

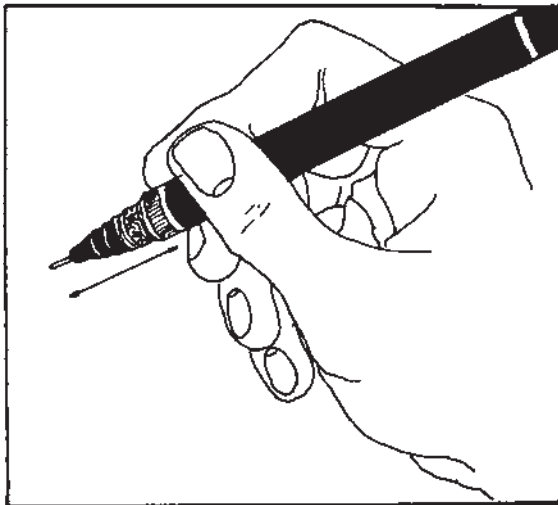
۱- در بخش انواع کاغذ توضیح داده خواهد شد.

برای این که بهتر بتوانیم از قلم‌های رایید استفاده کنیم، لازم است با ساختمان آن آشنا شویم (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- قسمت‌های مختلف قلم رایید

(ب) برای آماده سازی قلم، قبل از ترسیم، آن را در جهت خط افق تکان دهید و یا همیشه نوک آن را در پارچه مرطوب قرار دهید (شکل ۲۲).

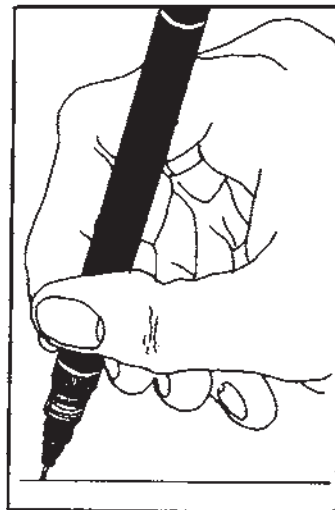


شکل ۲۲

(ج) قبل از ترسیم هر خط، قلم را روی کاغذ جداگانه‌ای آزمایش کنید تا از صحت کار آن آگاه شوید (شکل ۲۳).

نکات مهمی که قبل و بعد از استفاده، باید رعایت و اجرا شوند عبارتند از:

الف) هنگام ترسیم قلم رایید را باید به نحوی در دست بگیریم که زاویه قلم با خط افق از ۸۰ درجه کمتر نباشد. در غیر این صورت، خط به صورت مقطع رسم می‌شود و اگر برای مدت زمان طولانی از قلم رایید به طور نادرست استفاده شود، نوک قلم در یک جهت ساییده شده، کاغذ را پاره می‌کند (شکل ۲۱).



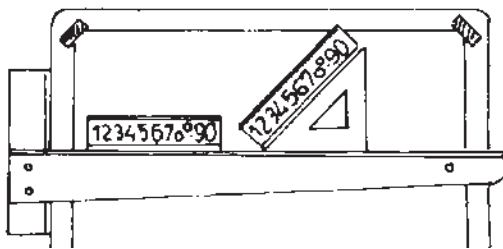
شکل ۲۱- طرز گرفتن رایید

گروه چهارم، شابلن‌های تأسیساتی-الکتریکی و استراکچر هر گروه از شابلن‌ها در مقیاس‌ها و اندازه‌های مورد نیاز ساخته می‌شوند و در فروشگاه‌ها در دسترس می‌باشند. جنس شابلن‌ها عموماً از پلاکسی گلاس رنگی می‌باشد. وجود رنگ در شابلن‌ها به خاطر تشخیص فرم و موقعیت هر شکل در موقع ترسیم است.

شابلن حروف و اعداد: به طوری که در شکل‌های ۲۵ و ۲۶ مشاهده می‌شود، شابلن‌ها طوری ساخته می‌شوند که بر صفحه کاغذ نمی‌چسبند و در نتیجه حروف نوشته شده تمیز و خوانا خواهد بود.

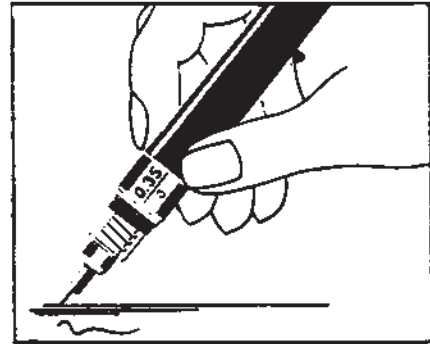


شکل ۲۵- شابلن حروف



شکل ۲۶- مقطع و نحوه کاربرد شابلن

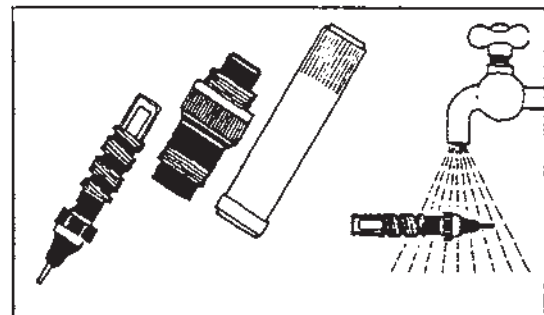
نکته‌ای که باید مورد توجه قرار گیرد این است که روی هر کدام از شابلن‌های حروف، شماره قلمی که باید از آن استفاده شود، نوشته شده است. این مورد در شکل ۲۷ نشان داده شده است.



شکل ۲۳- آزمایش رایید قبل از ترسیم اصلی

د) پس از اتمام کار ترسیم، باید قلم رایید را تمیز نمود. برای تمیز کردن قلم رایید، بهتر است قسمت نوک و تنه آن را زیر فشار آب سرد بگیرید.

مخزن قلم را برای مدت ده دقیقه، در آب گرم قرار داده، آن‌گاه با پارچه تمیز و نرم خشک کنید. در شکل ۲۴، نحوه انجام این کار نشان داده شده است.



شکل ۲۴- نحوه شستشوی رایید

## ۱۱- شابلن‌ها

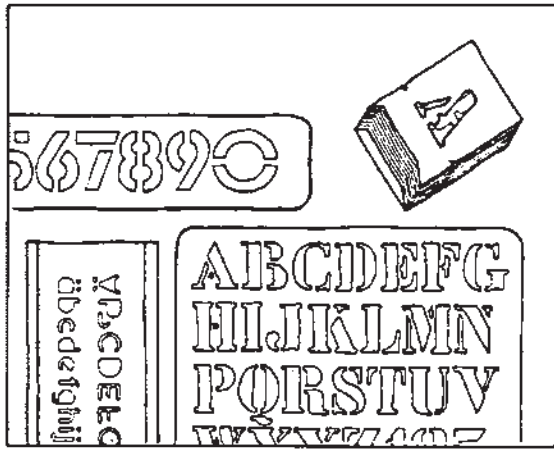
شابلن وسیله‌ای است که به وسیله آن می‌توان شکل، مدل و یا حرف خاصی را به تعداد مورد نیاز به صورت یکسان و یک اندازه ترسیم نمود. برای کارهای ترسیمی، نقشه‌کشی و طراحی نمونه‌های بسیار متنوعی از شابلن‌ها ساخته شده‌اند. به طور کلی شابلن‌ها را می‌توان به گروه‌های زیر تقسیم نمود:

گروه اول، شابلن حروف و اعداد

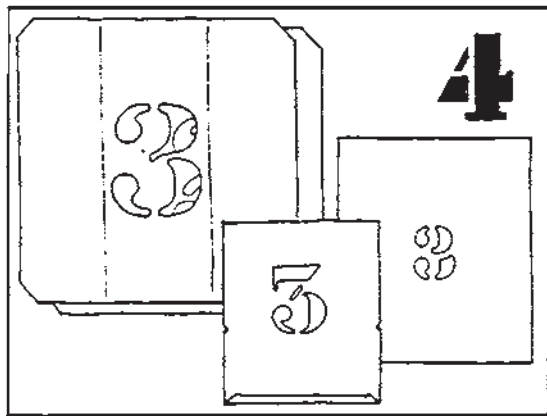
گروه دوم، شابلن‌های معماری

گروه سوم، شابلن‌های سطح‌های هندسی منظم



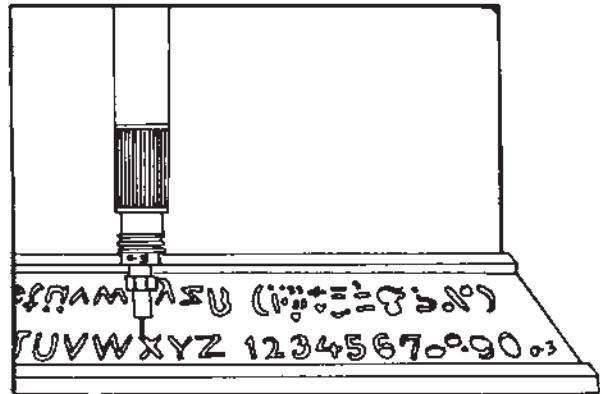


شکل ۲۸- دو نمونه شابلن صفحه‌ای و تک حرفی



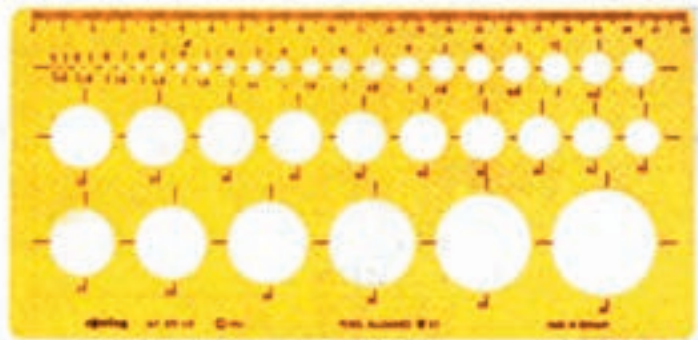
شکل ۲۹- شابلن تک حرفی فلزی

شابلن دایره: با این شابلن می‌توان بسیار سریع و راحت، دایره را از قطر به بالا رسم نمود (شکل ۳۰).



شکل ۲۷- توجه کنید که شابلن و قلم را باید هر دو ۰/۳ mm می‌باشد.

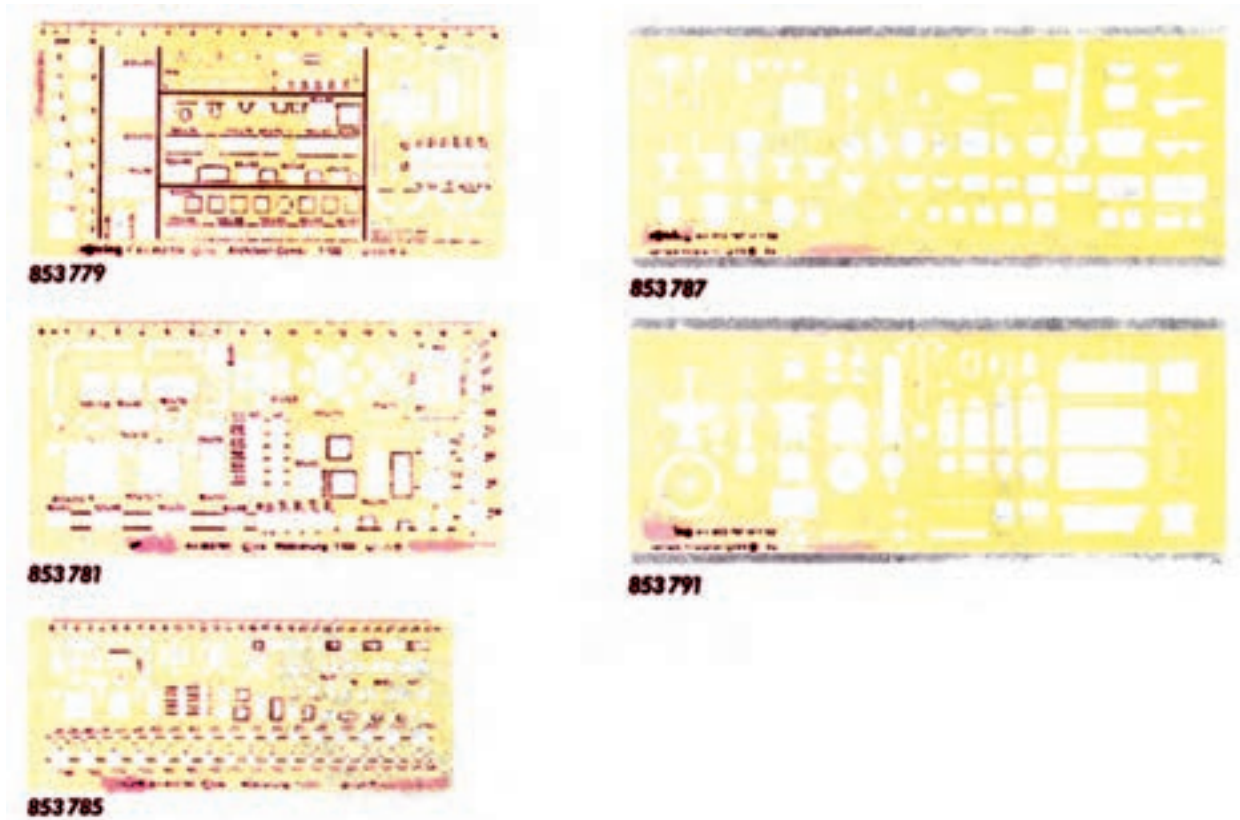
مثلاً برای استفاده از شابلن ۰/۵ mm باید قلم را ۰/۵ mm به کار برده شود. در این حالت، حروف و اعداد نوشته شده کاملاً دقیق و صحیح نوشته خواهند شد. قلم بزرگ‌تر در شیارهای شابلن حرکت نمی‌کند و قلم کوچک‌تر (نمره کمتر) در شیارهای شابلن آزاد است و به شیارهای شابلن نمی‌چسبد و در نتیجه نوشته‌ها کج و معوج و ناموزون و ناشیانه به نظر می‌رسند. به جز شابلن‌های فوق‌الذکر نمونه‌های دیگر شابلن حروف نیز وجود دارد. شابلن‌هایی که هر حرف و یا شماره، به صورت جداگانه بر قطعه فلز یا پلاستیک کنده شده است و یا کلاً بر روی صفحه مخصوصی که نسبتاً در مقابل رنگ مقاوم است حک شده‌اند. در شکل‌های ۲۸ و ۲۹ چند نمونه نشان داده شده است.



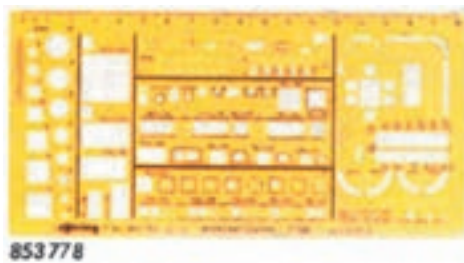
شکل ۳۰- دو نمونه شابلن دایره

متنوعی در دسترس می‌باشند. در شکل ۳۱ نمونه‌های این شابلن‌ها دیده می‌شوند.

نمونه‌های دیگر شابلن‌ها عبارتند از: شابلن بیضی، چندضلعی‌ها، که در فرم‌ها و اندازه‌های



شکل ۳۱- چند نمونه شابلن سطوح هندسی و مبلمان



شکل ۳۲- شابلن مبلمان و تأسیسات

## ۱۲- پیستوله‌ها

می‌توان گفت پیستوله‌ها نوعی شابلن هستند که برای ترسیم قوس‌ها و منحنی‌های مختلف به کار می‌روند و عموماً از جنس پلاکسی گلاس بی‌رنگ ساخته می‌شوند (شکل ۳۳).

شابلن تأسیسات و مبلمان معماری: با این شابلن می‌توان پلان ترسیم شده معماری را مبلمان نمود. شابلن‌های مبلمان دارای مقیاس می‌باشند که بر روی آنها چاپ شده است. برای استفاده از شابلن مبلمان، باید شابلنی را انتخاب کرد که با مقیاس نقشه ترسیم شده یکی باشد. برای مثال نمی‌توان پلانی را که با مقیاس  $\frac{1}{50}$  رسم شده با شابلن  $\frac{1}{100}$  مبلمان نمود. شکل ۳۲ شابلن تأسیسات و مبلمان را نشان می‌دهد. مقیاس این شابلن را در شکل ۳۱ می‌توان مشاهده کرد.

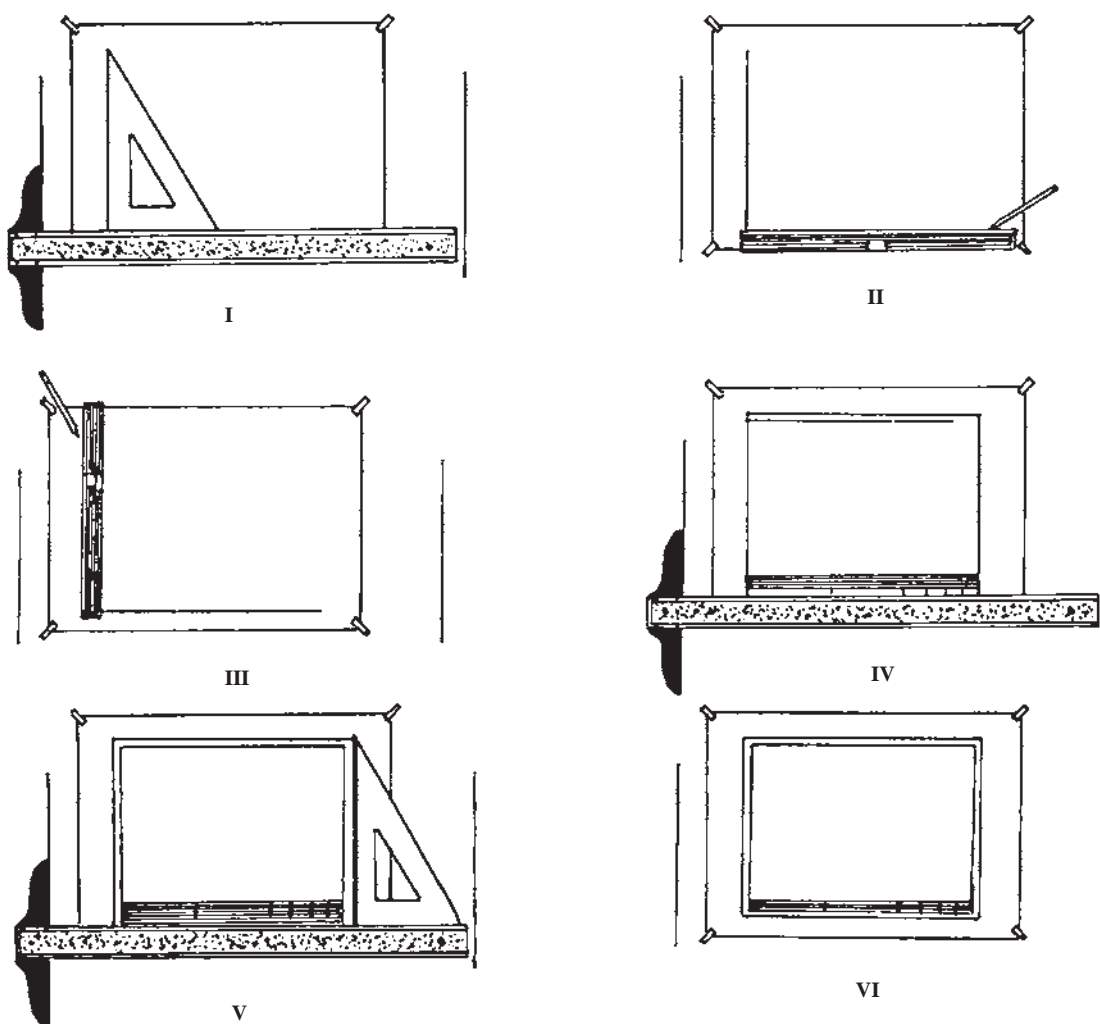
## نحوه چسباندن کاغذ، رسم و ترسیم کادر جدول

### نقشه

ابتدا کاغذ را روی میز یا تخته رسم به ترتیبی که در اشکال ۳۷ ملاحظه می‌شود، می‌چسبانیم. جهت زدن نوار چسب در امتداد قطرهای کاغذ و از داخل به طرف خارج می‌باشد. به این ترتیب، کاغذ کاملاً صاف بر سطح میز یا تخته رسم چسبیده می‌شود. در شکل‌های ۳۴، به ترتیب، مراحل مختلف اندازه‌گذاری، مشخص نمودن اندازه حقیقی کاغذ و رسم کادر دور کاغذ و کشیدن جدول نقشه، نشان داده شده است.



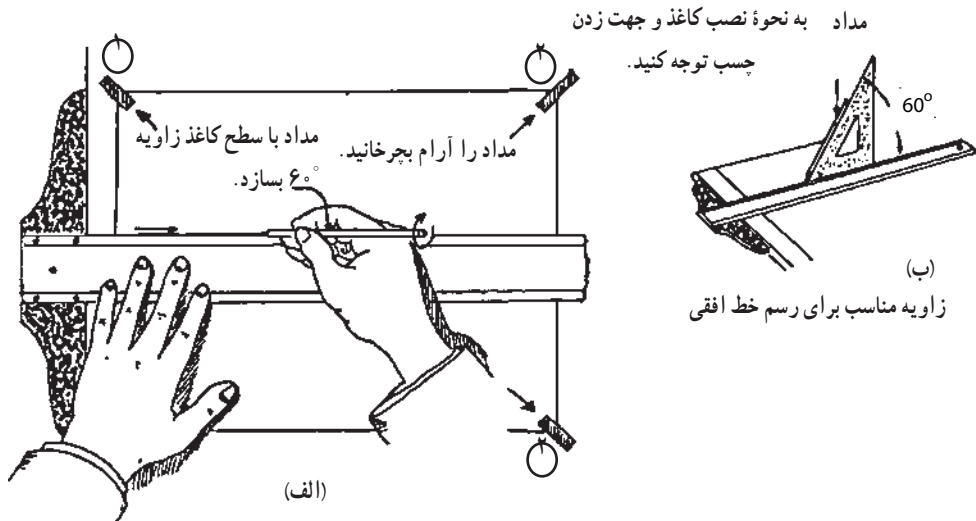
شکل ۳۳- نمونه‌های مختلف پیستوله



شکل ۳۴- مراحل ترسیم کادر و جدول نقشه

برای رسم خطوط افقی و عمودی به نکات زیر توجه نمایید:

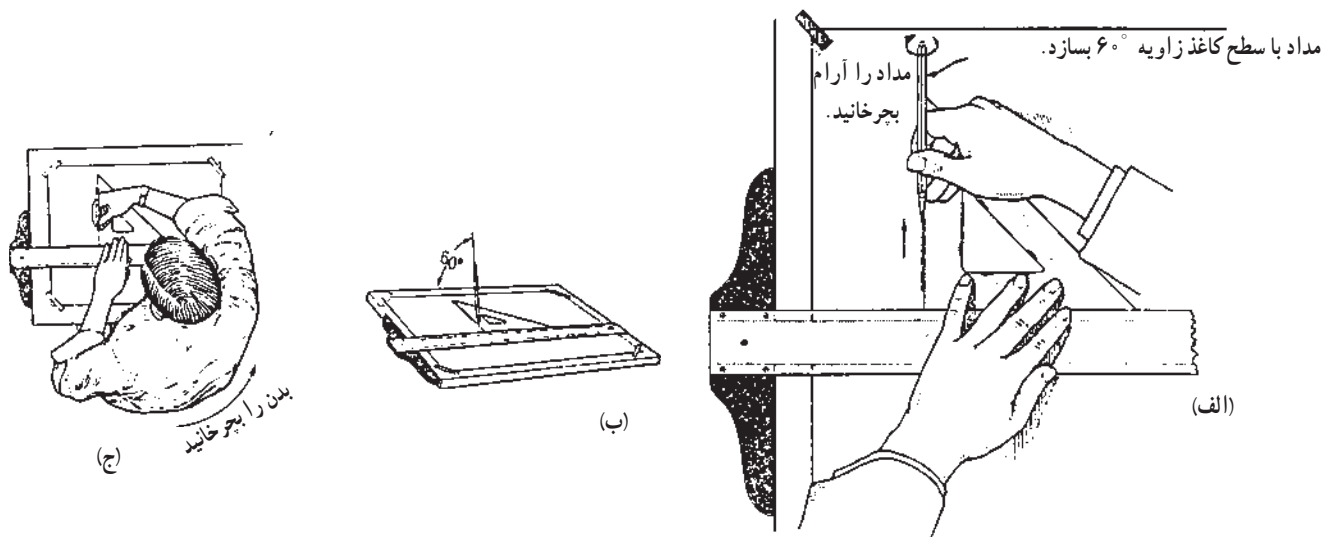
۱- همان‌گونه که در تصویرهای ۳۵ نشان داده شده است،



شکل ۳۵- زاویه مداد با صفحه ترسیم و نحوه ترسیم خطوط

۳- برای رسم خطوط افقی، مداد باید با صفحه کاغذ زاویه  $60^\circ$  بسازد. همان‌گونه که در شکل‌های ۳۶- الف و ب نشان داده شده است.

۲- هنگام رسم خط به طور کلی اعم از خطوط قائم، افقی و یا هر خط دیگر، مداد را آرام در دست بچرخانید تا خطوط رسم شده شما به صورت یکنواخت ترسیم شوند.



شکل ۳۶- نحوه ترسیم خطوط

## نکات ضروری در مورد نگهداری ابزار و وسایل ترسیم

از آنجا که وسایل و لوازم ترسیم، ابزارهایی هستند که بسیار ظریف، دقیق و حساس ساخته می‌شوند و عموماً، جنس آنها دارای مقاومت زیادی نیست، لازم است هنرجویان عزیز به نکات زیر توجه نمایند:

۱- از هر وسیله باید منحصرأ در جای خاص خود استفاده شود.

۲- از وارد کردن ضربه به آنها خودداری شود و به جای چکش، پیچ گوشتی و امثال آن، به کار گرفته نشوند.

۳- از پیچاندن و یا خم کردن ابزار خودداری شود.

۴- از وسایل خط‌کشی مانند خط‌کش تی و گونیا و اشل، برای برش کاغذ، مقوا و امثال آن استفاده نشود.

۵- هر وسیله را بعد از استفاده، در جلد مخصوص خود قرار دهید.

۶- وسایل اندازه‌گیری مانند اشل منحصرأ برای اندازه‌گیری و وسایل خط‌کشی برای خط‌کشی به کار برده شوند.

۷- ابزار و وسایلی مانند خط‌کش‌ها، گونیا، نقاله، شابلن‌ها و نظایر آن که عموماً از جنس پلاستیک شفاف (پلاکسی گلاس) هستند، حداقل هفته‌ای یک‌بار باید با ابر نرم و مایع رقیق ظرفشویی به آرامی شسته و تمیز شوند و یا با پنبه آغشته به بنزین سفید، پاک گردند.

دستگاه ترسیم خطوط یا درافتینگ (Machine Draughting):

درافتینگ، وسیله‌ای است که به جای خط‌کش تی و گونیا به کار می‌رود و به وسیله آن می‌توان کلیه خطوط را تحت هر زاویه‌ای به راحتی و با دقت بالا رسم نمود. این وسیله مکانیکی بر روی هر میز کاری قابل نصب می‌باشد.

انتهای دیگر بازوی اول، بر روی لبه میز قابل نصب است و به راحتی می‌توان آن را جابه‌جا کرد. شکل ۳۸ نمونه‌ای از دستگاه درافتینگ را نشان می‌دهد. این نمونه که دارای بازوهای بلندی می‌باشد، روی بزرگ‌ترین میزهای نقشه‌کشی قابل نصب است.

۴- برای این که هنگام رسم خطوط قائم، تسلط کافی داشته باشید بهتر است بدن را تا حدودی در جهت راست بچرخانید.

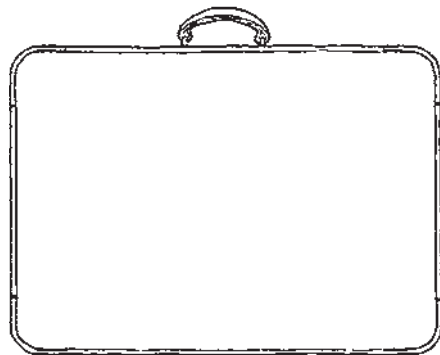
۵- هنگام خط‌کشی‌دن با خط‌کش تی و گونیا، پس از تنظیم خط‌کش تی و گونیا، آنها را با دست چپ ثابت نگه دارید و با دست راست، خط مورد نظر را رسم نمایید.

۶- هنرجویان عزیزی که با دست چپ کار می‌کنند می‌توانند خط‌کش تی را در سمت راست میز یا تخته رسم قرار دهند.

## حفظ و نگهداری نقشه‌ها و کاغذهای نقشه‌کشی

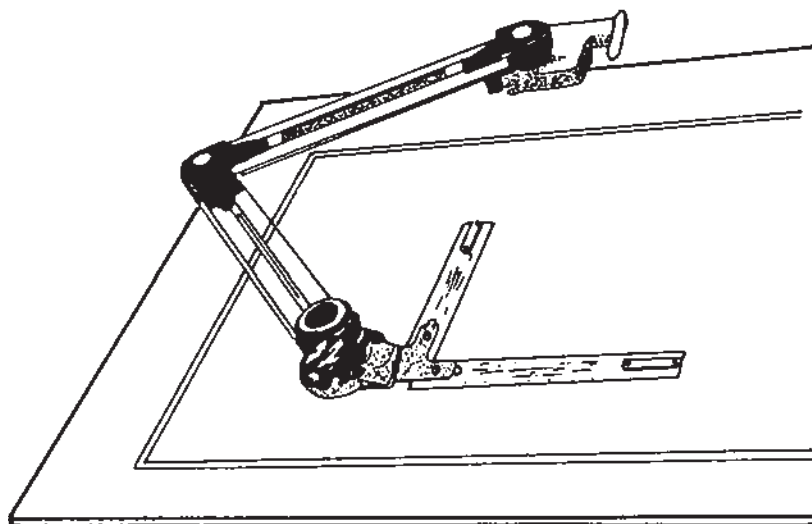
برای نگهداری پروژه‌ها، نقشه‌ها و کارهای هنری، بهترین راه آن است که آنها را به حالت صاف و مسطح نگه دارید و از لوله کردن آنها خودداری نمایید. کارها و کاغذهای لوله شده، شما را به هنگام کار، با زحمت روبرو خواهند کرد و پروژه‌ها و نقشه‌های لوله شده، به هنگام ارائه تأثیر کمتری روی بیننده خواهند گذاشت. به همین دلیل استفاده از پوشه‌های بزرگ مخصوص نگهداری کاغذها، نقشه‌ها و ترسیمات هر پروژه، به نام «پرتفولیو» (Portfolio) یا کلاسور بسیار سودمند است. این پوشه‌ها انواع مختلف دارند.

یک نمونه از این پوشه‌ها که در شکل ۳۷ مشاهده می‌شود، نمونه بهتری است که در بازار نیز یافت می‌شود. گوشه‌های آن با نوارهای فلزی محافظت می‌شود و دارای زیپ و دسته مخصوص می‌باشد. هنرجویان عزیز نیز، با کمی کوشش خواهند توانست این نمونه پوشه را بسازند. هنگام ساخت و یا خرید، بهتر آن است که اندازه‌ای بزرگ‌تر از پروژه‌های خود تهیه کنید. تا در نگهداری کارها و کاغذهای بزرگ‌تر، دچار زحمت نشوید.

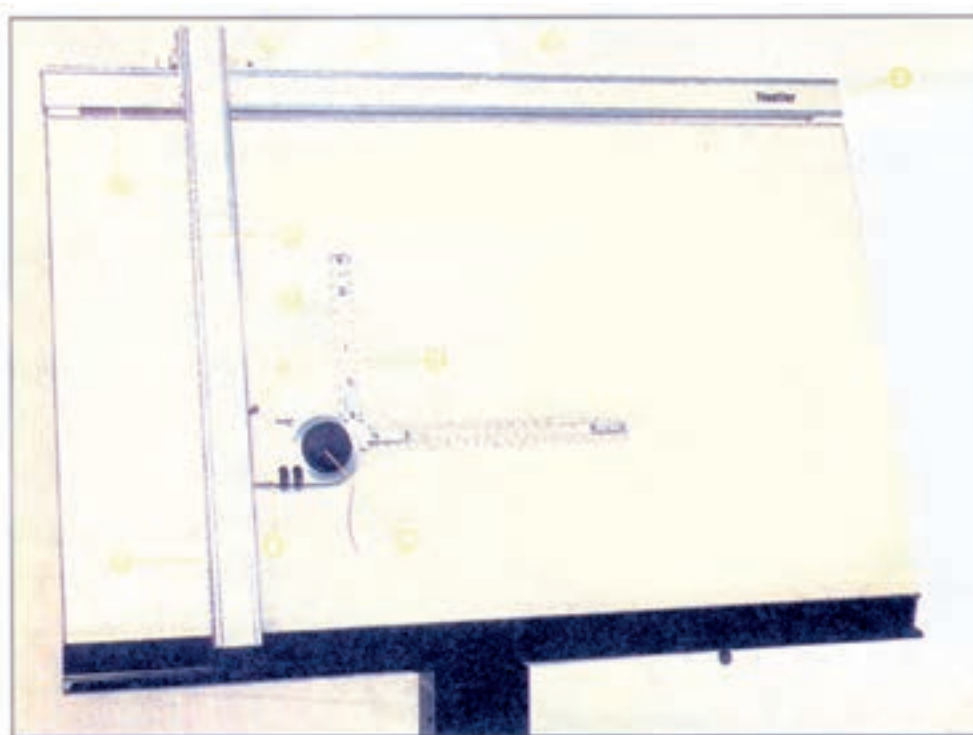


شکل ۳۷- یک نمونه پوشه با دسته و زیپ

شکل ۳۹، نمونه پیشرفته‌تری از دستگاه درافتینگ را نشان می‌دهد. کار با این دستگاه برای نقشه‌کش‌ها و مهندسان بسیار آسان می‌باشد. این دستگاه بر روی میزهای نقشه‌کشی با اندازه‌های متفاوت قابل نصب است. توضیح این‌که، امروزه با پیشرفت علوم و کاربرد رایانه در کلیه زمینه‌ها، می‌توان کلیه کارهای ترسیمی و پیچیده‌ترین طرح‌ها را بسیار سریع و راحت با رایانه ترسیم نمود.



شکل ۳۸- نمونه کامل‌تری از دستگاه درافتینگ



شکل ۳۹- دستگاه درافتینگ رولینگ

## منابع

- بوزجانی، ابوالوفاء. هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل) برگردان شده به عبارت روز و گردآوری: ضمیمه سیدعلی رضا جذبی، انتشارات سروش، تهران، ۱۳۶۹.
- ترسیم فنی و نقشه‌کشی، رشته نقشه‌کشی معماری، ۱۳۸۶.
- هندسه ۱ سال اول آموزش متوسطه، مؤلفان زهرا گویا و همکاران ۱۳۷۴.
- هندسه ۲ سال دوم رشته ریاضی فیزیک، مؤلفان زهرا گویا و همکاران، ۱۳۷۶.
- زهرا طاقی، آموزش علمی کاربردی ترسیم سایه در تصاویر معماری، نشر چشمه، ۱۳۸۷.
- گنج‌نامه، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- هنر هندسه و پویایی اشکال، احجام کروی ابوالوفای بوزجانی، محمود توسلی، انتشارات پیام ۱۳۸۳.

