



## ۱-۵ آشنایی با انواع خطوط و کاربرد آن‌ها

مهم‌ترین عامل در ایجاد یک نقشه خط است. بنابراین می‌توان گفت که بنیان و پایه رسم فنی خط است. در ترسیم نقشه‌ها خطوط با ضخامت‌های مختلف و اشکال گوناگون و هر یک با کاربردی خاص به کار گرفته می‌شوند.

استاندارد، انواع خط و کاربرد هر یک را با دقت و روشنی مشخص کرده است. استاندارد، خط را در ۹ پهنای معرفی کرده که پهن‌ترین آن‌ها به ضخامت ۲ میلی‌متر و نازک‌ترین آن‌ها ۰/۱۳ میلی‌متر است. آن‌ها ۷ گروه خطی را تشکیل می‌دهند که در جدول زیر این گروه‌های خطی با توجه به کاغذ مورد استفاده در نقشه‌کشی ارائه شده است و همان‌گونه که ملاحظه می‌کنید هر گروه خط، دارای یک خط اصلی یا پهن، یک خط میانه (متوسط) و یک خط نازک است (جدول ۴-۱).

برای مثال گروه چهارم خط‌های استاندارد ISO دارای سه پهنای ۰/۷ (خط اصلی یا سرگروه) و ۰/۵ (خط میانه) و ۰/۳۵ (خط نازک) است، بنابراین معلوم می‌شود هر خط نسبت به خط قبلی خود به نسبت  $\sqrt{2}$  برابر، نازک‌تر است، و زمانی که پهنای خط اصلی با توجه به اندازه کاغذ معین شد، مشخصات دیگر نقشه نیز تعیین می‌شود (مثل بلندی اعداد، حروف و غیره).

جدول ۴-۱ گروه خط‌ها و اندازه کاغذ

گروه	مناسب برای کاغذ	گروه خط	خط اصلی	خط میانه	خط نازک
اول	بسیار بزرگ	2	2	1.4	1
دوم	بزرگ 2A <sub>0</sub>	1.4	1.4	1	0.7
سوم	A <sub>0</sub>	1	1	0.7	0.5
چهارم	A <sub>1</sub> (A <sub>0</sub> )	0.7	0.7	0.5	0.35
پنجم	A <sub>3</sub> , A <sub>2</sub> , (A <sub>1</sub> )	0.5	0.5	0.35	0.25
ششم	A <sub>4</sub> , A <sub>3</sub> , (A <sub>2</sub> )	0.35	0.35	0.25	0.18
هفتم	A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub>	0.25	0.25	0.18	0.13

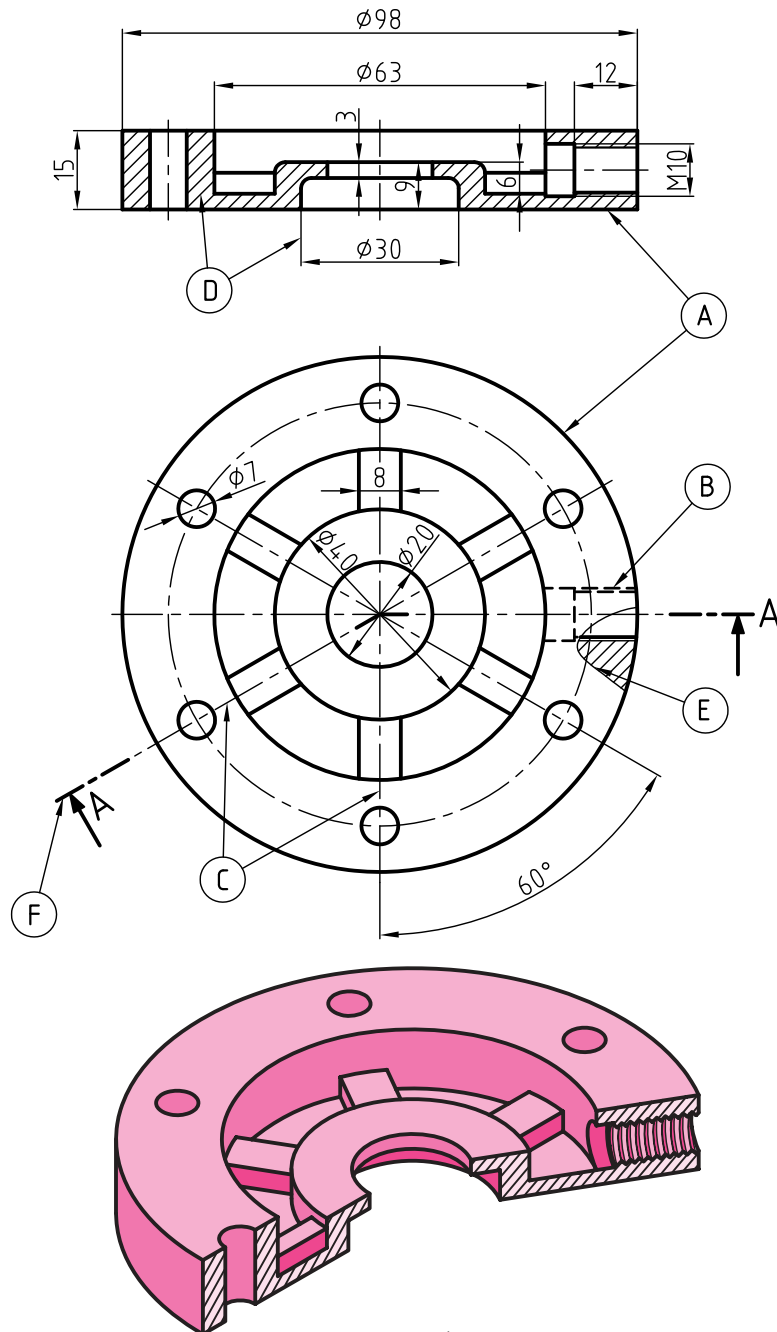
طبق استاندارد ISO نسبت ضخامت هر خط نسبت به خط بعدی برابر  $\sqrt{2}$  است؛ یعنی:

$$\frac{\text{مقدار ضخامت خط متوسط}}{\text{مقدار ضخامت خط نازک}} = \sqrt{2}$$

2	—————
1,4	—————
1	—————
0,7	—————
0,5	—————
0,35	—————
0,25	—————
0,18	—————
0,13	—————

### ◀ کاربرد خط در نقشه:

با آن‌که پهنای خط در یک گروه به سه مورد محدود می‌شود، ولی استفاده از آن‌ها در نقشه‌ها گوناگون است. به شکل ۱-۲۴ توجه کنید. در این شکل، حالات مختلفی از کاربرد خط معرفی شده است. برخی از خط‌ها با حروف مشخص شده‌اند که برای آن‌ها در جدول شماره ۵-۱ توضیح داده شده است. ضمناً در کنار جدول با مثال‌های واضح دیگری این امر مشخص‌تر شده است.



شکل ۱-۲۴

### ابوالوفا بوزجانی

ابوالوفا محمد بن یحیی بن اسماعیل ابن عباس بوزجانی، مشهور به حاسب (متولد ۳۲۸ هجری قمری در روستای بوزجان خراسان، وفات ۳۸۷ هجری قمری در بغداد)، ریاضی‌دان و ستاره‌شناس برجسته ایرانی منشأ نوآوری‌ها و پژوهش‌های زیادی به ویژه در هندسه و ریاضیات و نجوم بوده است.

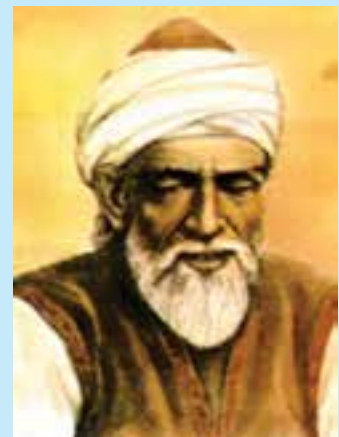
از جمله آثار او می‌توان:

المجسطی (درباره ریاضی و هیئت)،

استفاده از هندسه

استفاده از حساب

تفسیر کتاب خوارزمی در جبر و مقابله و ... را نام برد.



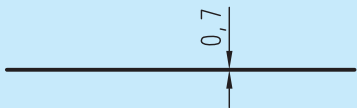
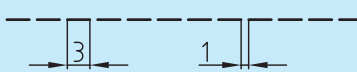
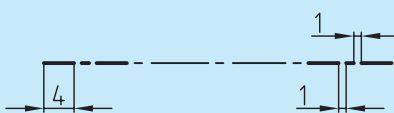
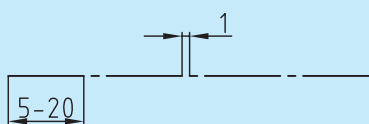
جدول ۵-۱

نام و شکل خط	کاربرد خط	
A	خط اصلی یا خط دید	لبه‌های جسم، خطوط بیرونی تصویر
		خط ضخیم
B	خط چین یا خط ندید	برای نمایش لبه‌های داخلی یا پشت جسم
		خط میانه
C	خط محور	نمایش محور- تقارن
		خط نازک
D	خط نازک	خطوط اندازه، هاشور، خطوط کمکی
		خط نازک
	خط نازک	شکستگی تصاویر با طول زیاد و محدوده برش موضعی
		خط نازک
F	خط محور ضخیم نازک	نمایش مسیر برش
		خط ضخیم نازک
G	خط و دو نقطه	نمایش قسمت‌های تغییر شکل یافته یا تغییر وضعیت داده شده
		خط نازک

### ◀ ترسیم درست خط در نقشه

ترسیم هر خط با توجه به نوع کاربرد آن باید با حوصله و دقت و ابزار مناسب صورت گیرد. چگونگی ترسیم هر یک از خطوط موجود در جدول ۶-۱ نشان داده شده است. گروه خطی انتخابی،  $0,7$  است. با نگاه دقیق به جدول مشاهده می‌کنید که دقت در ترسیم خطوط، یک اصل انکارناپذیر است، بنابراین باید با دقت و تمرین کافی انواع خطوط را مطابق جدول ارائه شده، به درستی ترسیم کرد. در غیر این صورت نقشه ترسیمی، با استاندارد مطابق نخواهد بود.

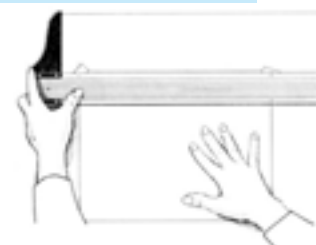
جدول ۶-۱

مشخصات ترسیم	ضخامت	
	0,7	خط اصلی
	0,5	خط چین یا خط ندید
	0,5-0,35	خط مسیر برشی
	0,35	خط تقارن یا خط محور

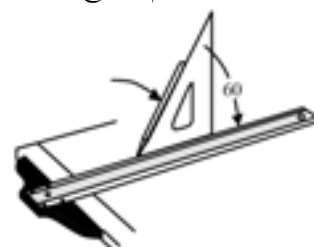
برای ترسیم بهتر و صحیح تر خطوط، لازم است به چند نکته دیگر هم توجه کنیم:

فشار دست را کنترل کنید، به گونه‌ای که خط همواره رنگ و پهنای یکسان خود را حفظ کند (شکل ۲۵-۱).

خط افقی از چپ به راست و به کمک خط کش T کشیده می‌شود. در این حال باید سر T دقیقاً به لبه سمت چپ تخته‌رسم، یعنی لبه مبنا متکی باشد. سر T و خود آن توسط دست چپ کنترل خواهد شد. مداد باید با زاویه‌ای در حدود  $60^\circ$  درجه و همواره متکی به ابزار حرکت کند (شکل ۲۶-۱).



شکل ۲۵-۱ رسم صحیح خط

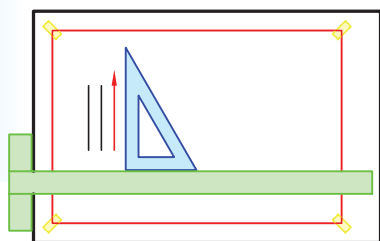


شکل ۲۶-۱ زاویه مناسب مداد

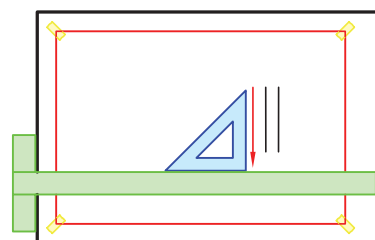
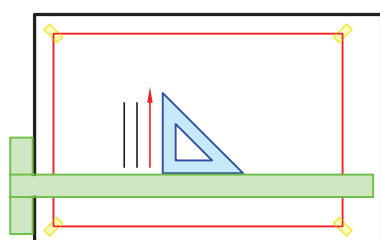
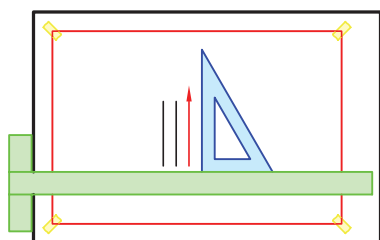
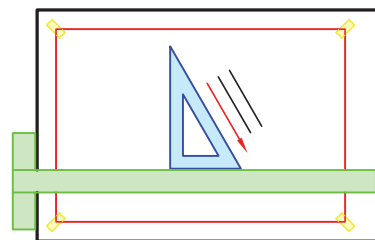
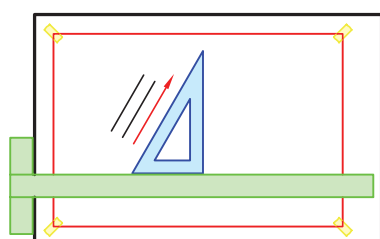
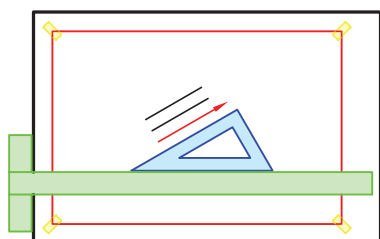
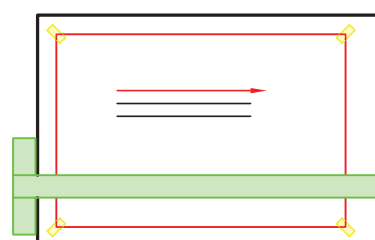
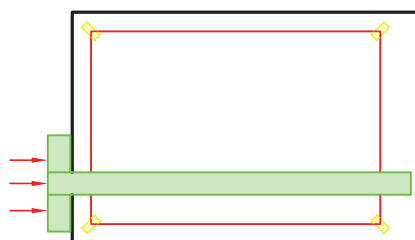
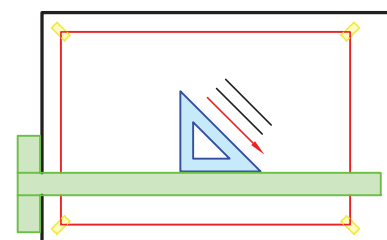
هر خط باید فقط در یک حرکت کشیده شود، و نباید آنرا به سمت جلو و عقب روی اثر قبلی کشید.

خط عمودی از پایین به بالا، و به کمک گونیا متکی بر T ترسیم می‌شود (شکل ۱-۲۷).

به کمک T و هریک از گونیاها می‌توان خطوطی با زوایای مختلف ترسیم کرد. به جهت‌های درست ترسیم خطوط در شکل ۱-۲۸ دقت کنید.

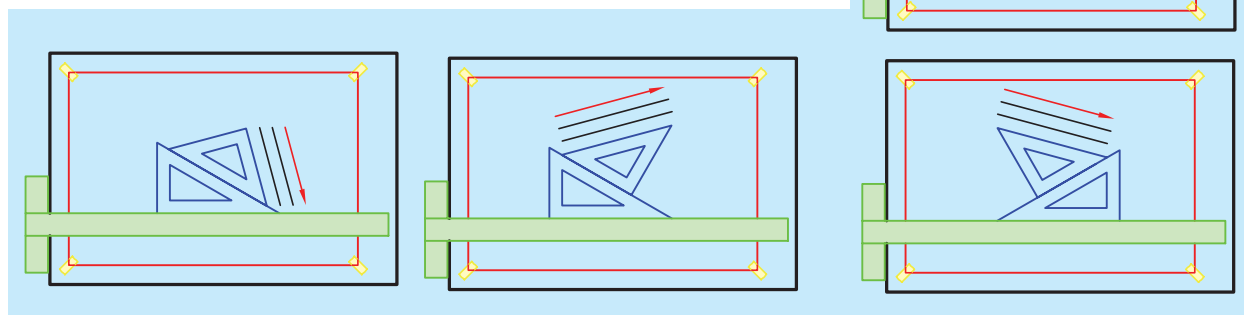


شکل ۱-۲۷



شکل ۱-۲۸

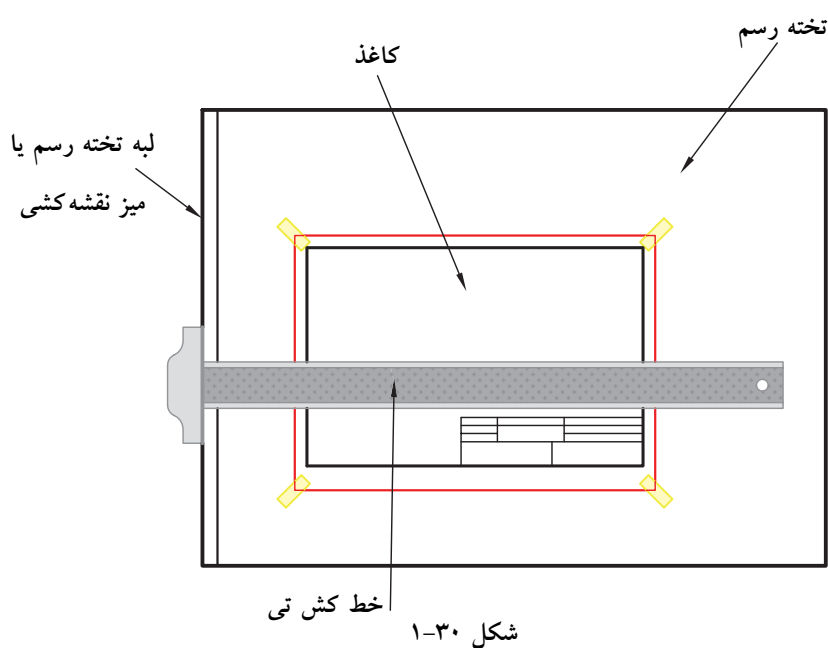
می‌توان به کمک T متکی بر لبه سمت چپ تخته‌رسم و استفاده از دو گونیا به‌طور هم‌زمان، خطوط با زاویه‌های متفاوت ترسیم کرد (شکل ۱-۲۹).



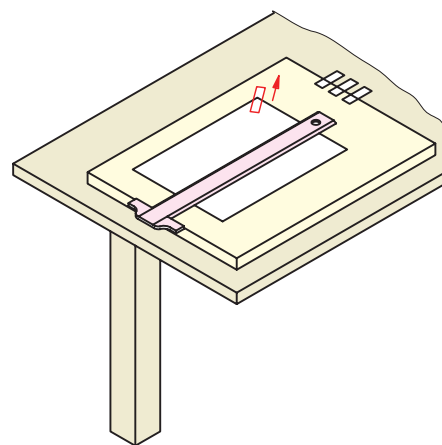
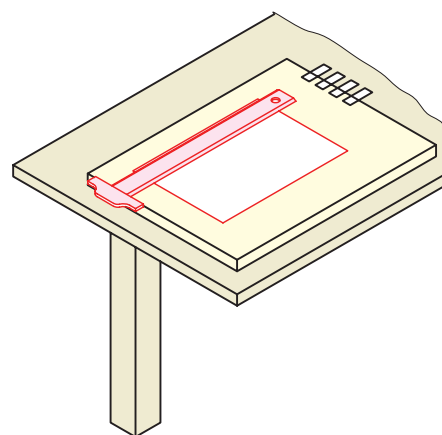
شکل ۱-۲۹

### چسباندن کاغذ:

برای شروع کار ترسیم باید کاغذ به‌گونه‌ای مناسب روی تخته‌رسم چسبانده شود. شکل‌های ۱-۳۰ و ۱-۳۱ روش درست این کار را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۰



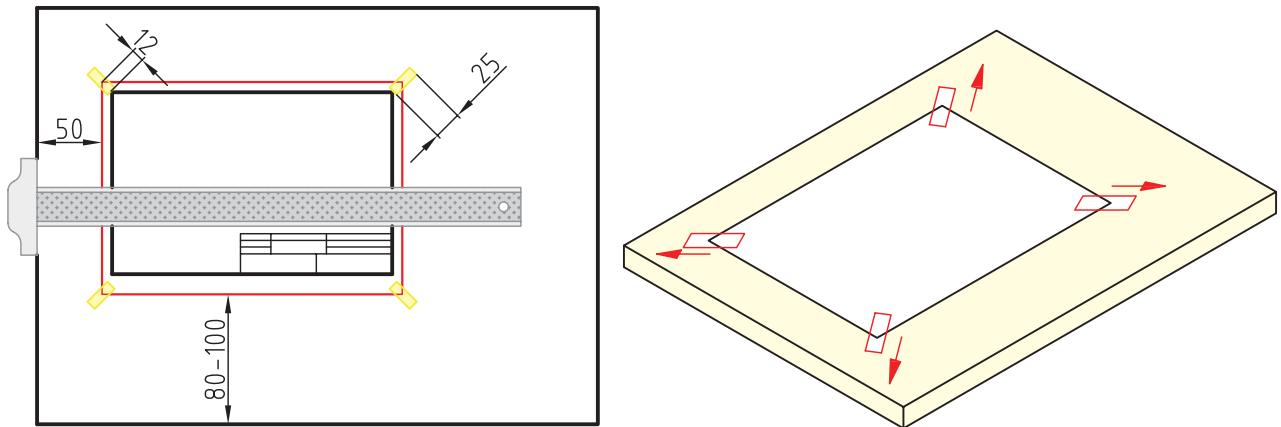
شکل ۱-۳۱

### روش کار:

ابتدا چهار تکه چسب به‌طول ۲۰ الی ۲۵ میلی‌متر را آماده می‌کنیم. به کمک خط‌کش T موقعیت درست کاغذ را تنظیم می‌کنیم.

چسب را روی کاغذ می چسبانیم و سپس با کمی کشش به سمت بیرون، آن را به تخته وصل می کنیم.

باید کاغذ را طوری روی تخته یا میز قرار دهیم که فاصله آن از لبه پایینی تخته در حدود ۸۰ الی ۱۰۰ میلی متر و از سمت چپ در حدود ۵۰ میلی متر باشد (شکل ۱-۳۲).



شکل ۱-۳۲

## نور

برای رسم نقشه، وجود نور کافی از اهمیت زیادی برخوردار است. نور باید از سمت چپ و کمی بالا بتابد. بهترین روشنایی، نور طبیعی روز است، ولی استفاده از چراغ نیز به بهبود شرایط ترسیم کمک می کند (شکل ۱-۳۳).



شکل ۱-۳۳ نور مصنوعی و جایگاه تابش آن

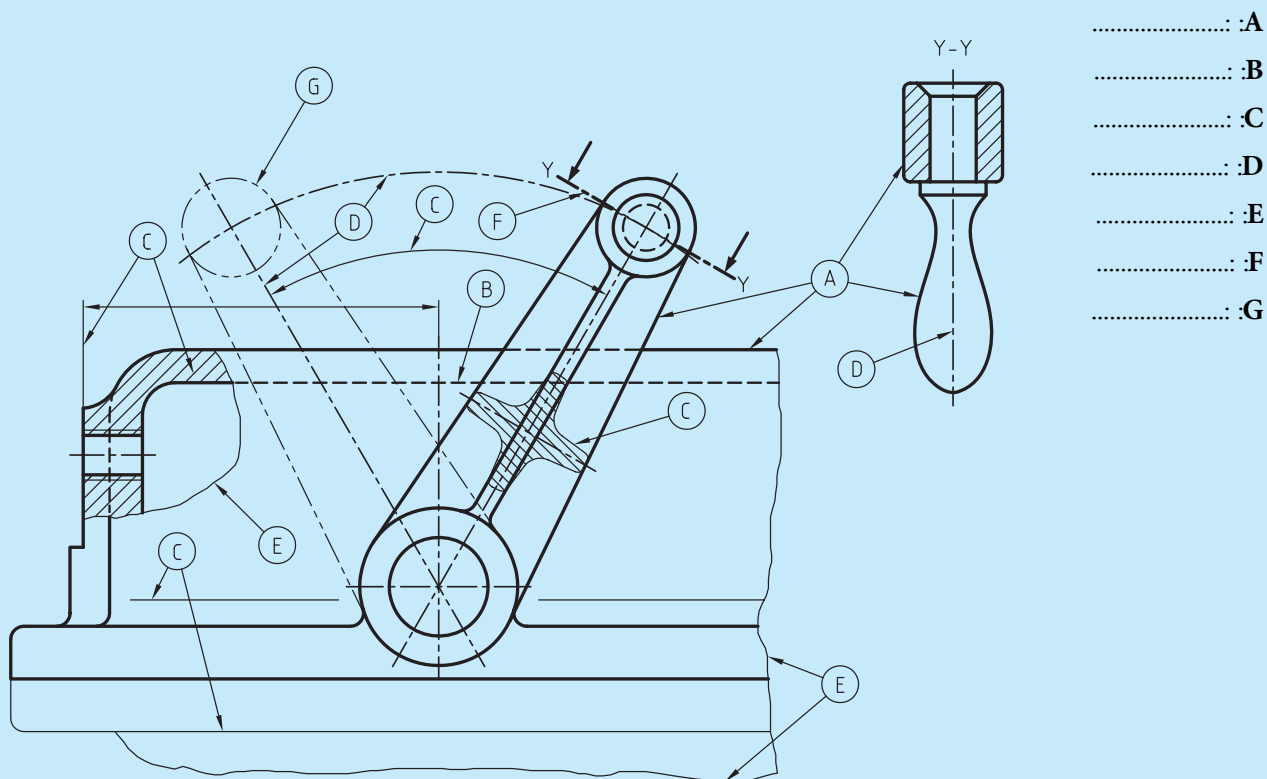
## ارزشیابی پایانی

### ◀ نظری:

۱. نقشه را تعریف کنید و وظیفه آن را شرح دهید.
۲. آیا می‌توان گفت که خط نیز نوعی نقشه است؟ مثالی بزنید.
۳. اختصار سازمان جهانی استاندارد و عنوان کامل آن را بنویسید.
۴. عدم رعایت استاندارد، چه اشکالاتی را در نقشه به وجود می‌آورد؟
۵. در چه مواردی از مداد استفاده می‌شود؟
۶. دسته‌بندی مدادها چگونه است؟
۷. مداد اتود چگونه مدادی است؟ توضیح دهید.
۸. مدادتراش چیست و انواع آن را نام ببرید.
۹. در مورد گونیا و انواع آن توضیح دهید.
۱۰. پرگار چیست؟ و در هنگام کار با پرگار باید به چه نکاتی توجه کنیم؟
۱۱. ویژگی‌های تخته‌رسم و انواع آن را نام ببرید.
۱۲. در مورد خط‌کش تی و توانایی‌های آن توضیح دهید.
۱۳. شابلون چیست؟
۱۴. منحنی‌کش یا پیستوله را تعریف کنید.
۱۵. کاغذ چیست و کاغذ مناسب باید دارای چه شرایطی باشد؟
۱۶. انواع کاغذ را نام ببرید.
۱۷. اندازه کاغذ مبنا بر چه اساسی معین می‌شود؟
۱۸. اندازه‌های گروه کاغذ A را از A0 تا A5 بنویسید.



۱۹. چرا باید در ترسیمات خود از کادر استفاده کنیم؟
۲۰. نقش جدول در ترسیماتی که انجام می‌دهیم، چیست؟
۲۱. حداقل ده مورد از مواردی که در بیشتر جدول‌ها به آن اشاره می‌شود را نام ببرید.
۲۲. برای ترسیم بهتر و درست خط باید به چه نکاتی توجه کنیم؟ (حداقل ۴ مورد)
۲۳. مهم‌ترین عامل در ایجاد یک نقشه چیست؟ چرا؟
۲۴. خط در چند پهنا موجود است؟ آن‌ها کدام‌اند؟
۲۵. نسبت پهنای یک خط به خط قبلی و بعدی آن چگونه است؟
۲۶. انواع خطوط به‌کار گرفته شده در نقشه‌کشی را نام ببرید و کاربرد هر یک را بنویسید.
۲۷. توانایی‌های خط‌کش تی و گونیا را شرح دهید.
۲۸. روش کار و نکات مهم در زمینه چسباندن کاغذ روی تخته‌رسم را بیان کنید.
۲۹. نقش نور در ترسیمات چیست؟
۳۰. نام هر یک از خطوط مشخص شده در نقشه زیر را بنویسید.



## عملی

توجه: در ترسیمات طبق استاندارد ISO گروه ۰/۵ برای ترسیم توصیه می‌شود.

۱. مطابق شکل، خطوط و اشکال داده شده را ترسیم کنید.

الف) خط اصلی، ده بار

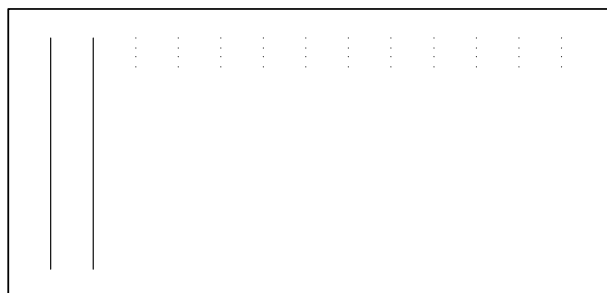
ب) خط محور، ده بار

ج) خط نازک، ده بار

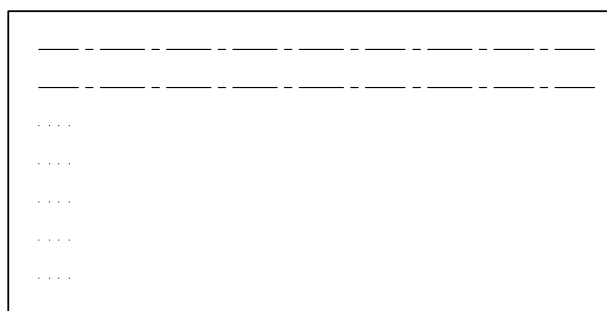
د) خط برش، ده بار

هـ) خط ندید (خط چین)، ده بار

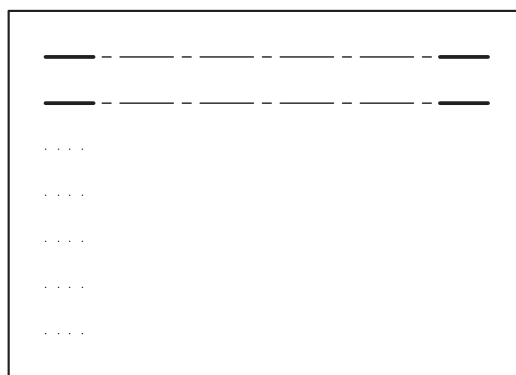
و) خط شکستگی، ده بار



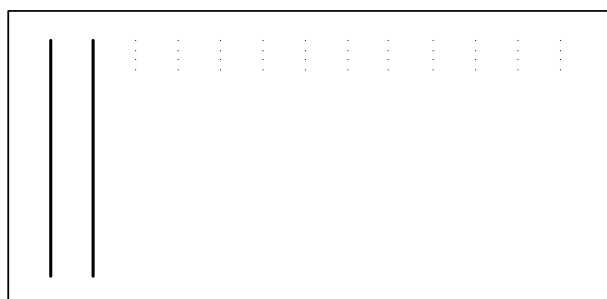
(الف)



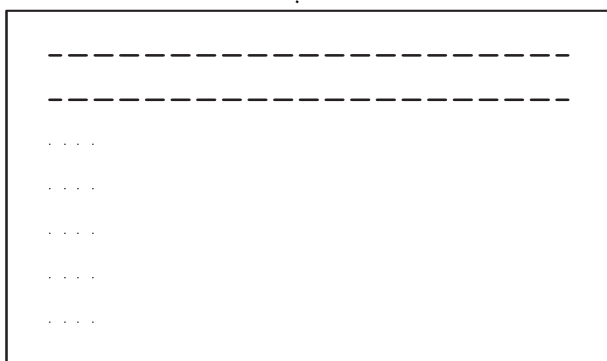
(ب)



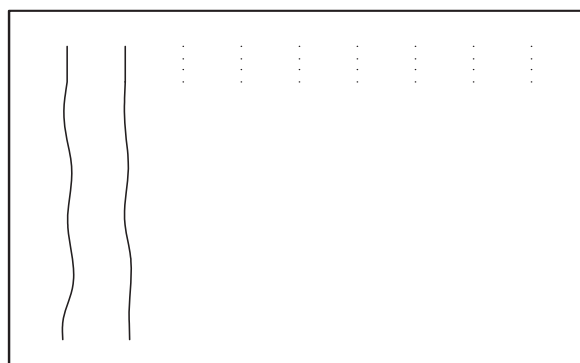
(ت)



(پ)

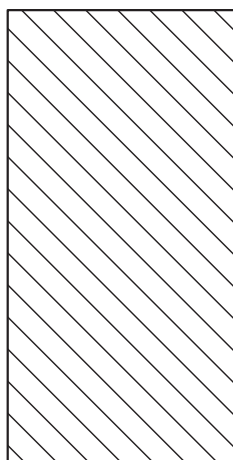


(ث)

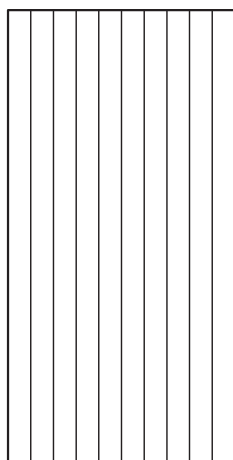


(ج)

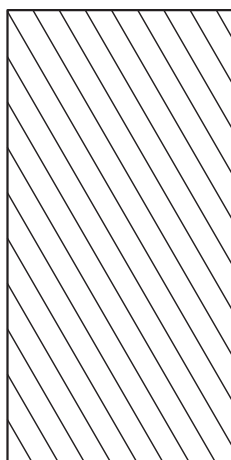
۲. یک مستطیل به ابعاد  $۱۰۰ \times ۵۰$  ترسیم کنید و مطابق نمونه هاشور را در آن تمرین کنید.



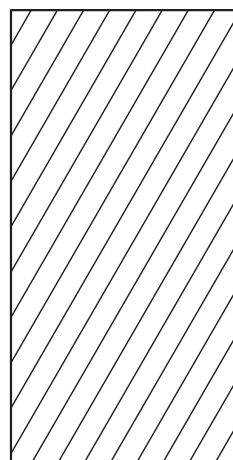
(الف)



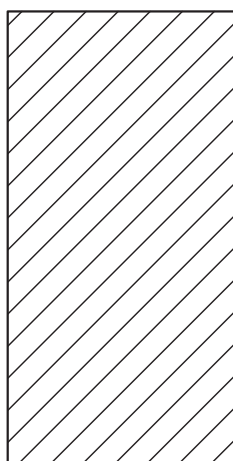
(ب)



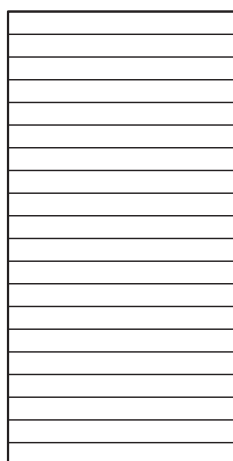
(پ)



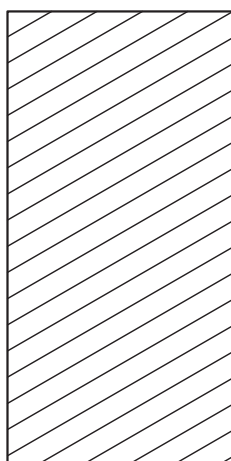
(ت)



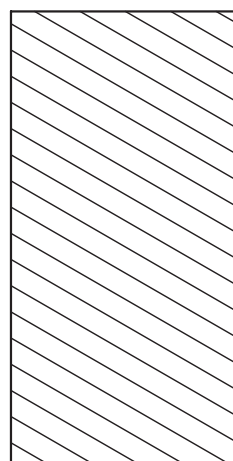
(ث)



(ج)

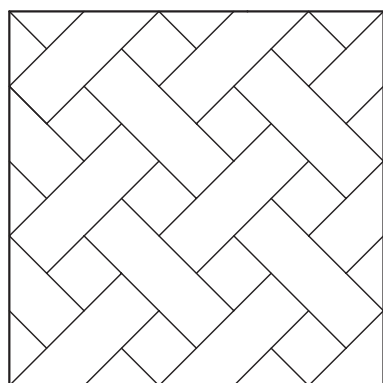


(چ)

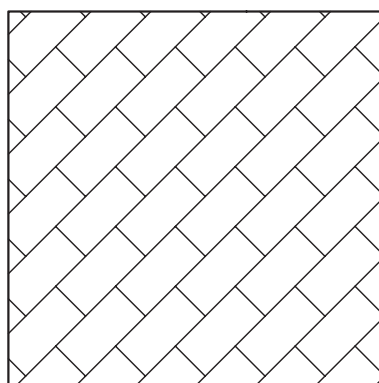


(ح)

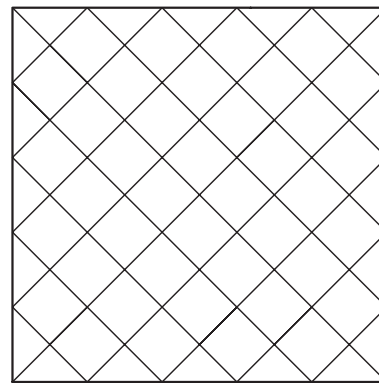
۳. مطابق شکل، ترسیمات را در کاغذ میلی متری یا شطرنجی انجام دهید (شکل های ۱ تا ۳).



(۱)



(۲)



(۳)

## فصل دوم

### ترسیمات هندسی و لزوم یادگیری آن

#### ◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ترسیمات هندسی را توصیف کند.
- پاره‌خط را به قسمت‌های مساوی تقسیم کند.
- عمود منصف یک پاره‌خط را ترسیم کند.
- نیم‌ساز زاویه را ترسیم کند.
- چندضلعی‌های منتظم را ترسیم کند.
- از ترسیمات هندسی در ترسیم نقشه‌ها استفاده کند.



## ۲-۱ رسم هندسی

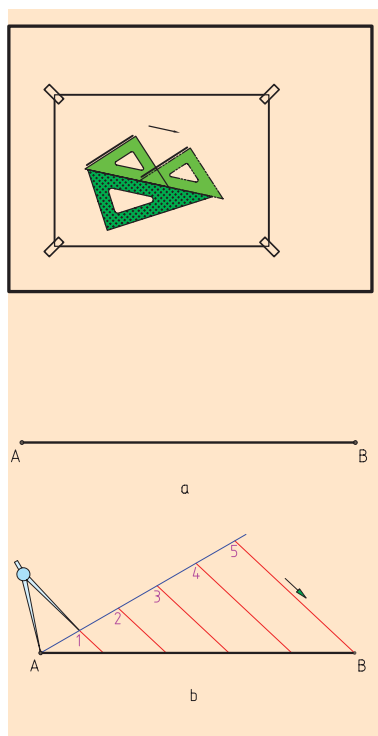


شکل ۲-۱ ابزار اندازه‌گیری قدیمی مصر  
باستان

رسم هندسی نقشه‌ای بسیار دقیق و حساب شده است که طبق اصول و قواعد هندسی رسم می‌شود. شما می‌دانید که به کمک ابزار نقشه‌کشی (خط‌کش تی، گونیا، پرگار و غیره) می‌توان خط‌های عمود بر هم، موازی، عمود منصف و غیره را ترسیم کرد، اما به‌راستی یادگیری ترسیمات هندسی چه لزومی دارد؟ برای مثال می‌خواهیم یک پاره‌خط را بدون آن‌که مقدار طول آنرا بدانیم، به چند قسمت مساوی تقسیم کنیم. آیا این کار امکان‌پذیر است؟

در پاسخ باید گفت: بله این کار به‌سادگی امکان‌پذیر است. همان‌طور که شما در شکل ۲-۱ ملاحظه می‌کنید یکی از ابزارهای اندازه‌گیری در مصر باستان به نمایش درآمده است و این خود نشان‌دهنده اهمیت ترسیمات هندسی است.

## ۲-۲ تقسیم پاره‌خط به قسمت‌های مساوی (مثلاً پنج قسمت) روش کار:



شکل ۲-۲ تقسیم پاره خط

(الف) پاره‌خط  $AB$  را با طول دلخواه رسم کنید.

(ب) از یکی از دو سر پاره‌خط  $AB$  (از نقطه  $A$  یا از نقطه  $B$ ) به دلخواه خطی با طول و زاویه دلخواه ترسیم کنید.

(پ) بر روی خط کمکی ترسیم شده با پرگاری که دهانه آن‌را به دلخواه باز کرده‌اید، قسمت‌هایی مساوی را جدا کنید (در این جا ۵ قسمت).

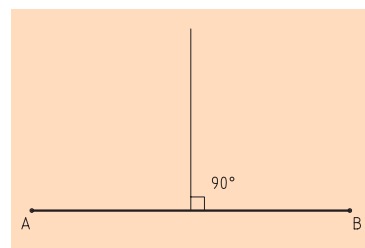
(ت) از آخرین قسمت تقسیمات به سر پاره‌خط (نقطه  $B$ ) وصل کنید.

(ث) حال از سایر نقاط، روی خط کمکی خطوطی به موازات خط  $B5$  رسم کنید.

بدین ترتیب پاره‌خط  $AB$  به پنج قسمت مساوی تقسیم خواهد شد (شکل ۲-۲). اکنون خطوطی در اندازه‌های معین و دلخواه ترسیم، و آن‌ها را به قسمت‌های مساوی تقسیم کنید. سپس نتیجه را بررسی، و درستی آن‌را اعلام کنید.

### ۲-۳ ترسیم عمود منصف

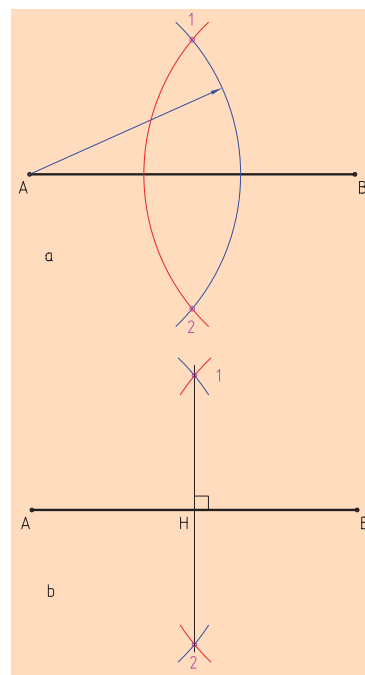
عمود منصف خطی است که یک پاره خط را از وسط نصف می کند و بر آن عمود است (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳ عمود منصف

#### روش کار:

ابتدا پاره خط AB را به اندازه دلخواه ترسیم می کنیم. سپس دهانه پرگار را به اندازه مورد نظر (بیش از نصف طول پاره خط) باز می کنیم. پایه پرگار را روی نقطه A قرار می دهیم و در طرفین پاره خط، با پرگار قوسی می زنیم. همین کار را برای سر دیگر پاره خط (نقطه B) تکرار می کنیم تا این دو قوس همدیگر را قطع کنند. حال با اتصال نقاط تلاقی قوس ها در بالا و پایین پاره خط AB، عمود منصف به دست می آید (شکل ۲-۴).



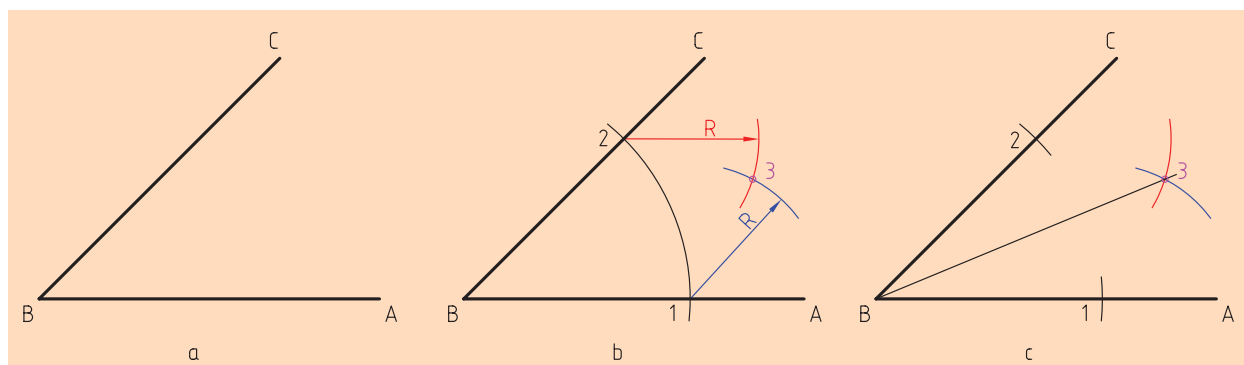
شکل ۲-۴ روش رسم عمود منصف

### ۲-۴ ترسیم نیم ساز زاویه

نیم ساز زاویه خطی است که از رأس یک زاویه رسم می شود و آن را به دو قسمت مساوی تقسیم می کند.

#### روش کار:

الف) به مرکز B کمانی دلخواه می زنیم تا نقاط ۱ و ۲ به دست آید.  
 ب) به مرکزهای ۱ و ۲ دو کمان مساوی می زنیم تا نقطه ۳ به دست آید.  
 پ) از نقطه ۳ به B وصل می کنیم.  
 خط B3 نیم ساز زاویه مورد نظر خواهد بود (شکل ۲-۵).  
 به نظر شما آیا می توان یک زاویه را به سه قسمت مساوی تقسیم کرد؟



شکل ۲-۵ رسم نیم ساز یک زاویه

## ۲-۵ ترسیم مثلث با داشتن سه ضلع آن

همان‌طور که می‌دانید مثلث، یکی از اشکال ساده هندسی است که ساختار آن به علت استحکام زیادی که دارد، کاربردهای فراوانی دارد، مانند استفاده در سقف تراس‌ها، برج‌ها، دکل‌ها و اسکلت‌های فلزی و غیره. حال فرض می‌کنیم قصد ترسیم مثلثی با ابعاد ۶۰ و ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر را داریم. برای ترسیم به ترتیب زیر عمل می‌کنیم.

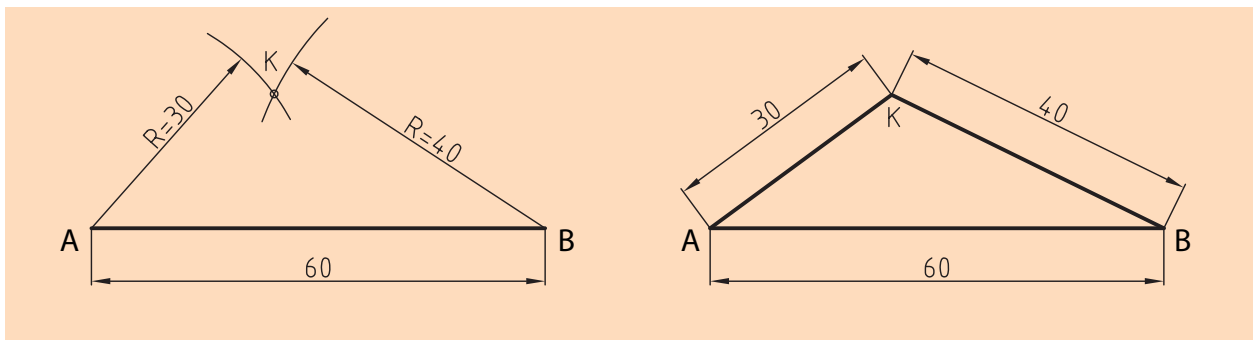
### روش کار:

الف) نخست یکی از اضلاع مثلث را به دلخواه انتخاب و ترسیم می‌کنیم. (مثلاً ضلع ۶۰ میلی‌متری)

ب) سپس دهانه پرگار را به اندازه یکی دیگر از اضلاع مثلث ۳۰ میلی‌متر باز کرده و در نقطه A قرار می‌دهیم و قوسی ترسیم می‌کنیم.

پ) بار دیگر دهانه پرگار را به اندازه ۴۰ میلی‌متر باز کرده و در نقطه B قرار داده و قوس دیگری رسم می‌کنیم.

ت) سپس محل تلاقی دو قوس را نقطه K نامیده و سه ضلع مثلث را به هم وصل می‌کنیم ( $\triangle ABK$ ) (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶ رسم مثلث با مشخص بودن سه ضلع

## ۲-۶ ترسیم چندضلعی‌های منتظم

چندضلعی منتظم شکلی است که تمامی ضلع‌ها و زاویه‌های آن با هم برابر هستند. به نمونه‌هایی که کاربردهای مختلف آن‌ها در صنعت نشان داده شده است، توجه کنید (شکل ۲-۷).



باید توجه داشت که بهترین راه ساختن یک چندضلعی منتظم، رسم دایره محیطی آن و سپس تقسیم آن دایره است. در ادامه به روش ترسیم سه‌ضلعی منتظم، چهارضلعی منتظم، پنج‌ضلعی منتظم، شش‌ضلعی منتظم، هفت‌ضلعی و هشت‌ضلعی منتظم اشاره می‌شود.

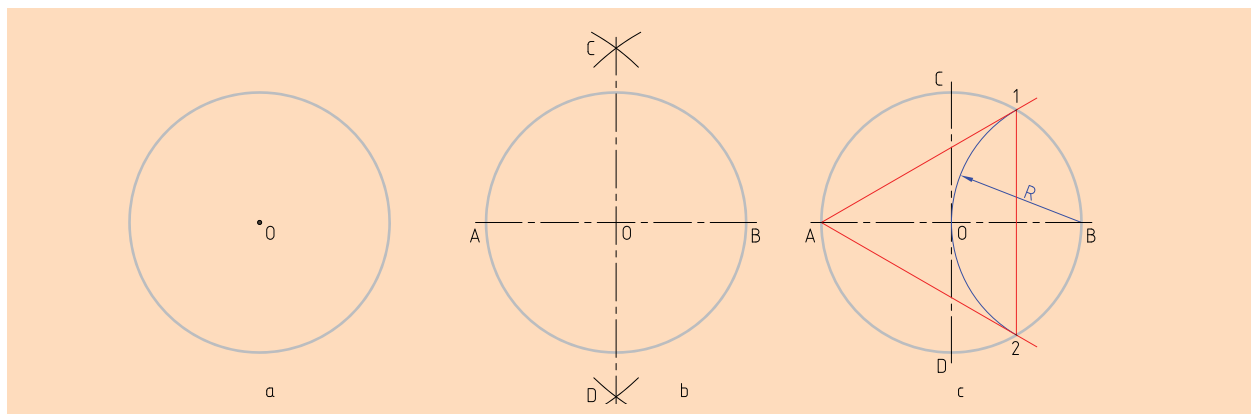
### ◀ ترسیم سه‌ضلعی منتظم:

(برای تقسیم دایره برای همه موارد باید دو قطر عمود بر هم آن، به روش عمود منصف رسم شود، درحالی‌که قطر دایره هم معلوم است).

شکل ۲-۷

### روش کار:

به مرکز B و به شعاع R یعنی شعاع دایره کمائی می‌زنیم تا نقطه ۱ و ۲ به دست آید. سه‌ضلعی مورد نظر (A12) است که یک مثلث متساوی‌الاضلاع است (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸ روش ترسیم سه‌ضلعی منتظم

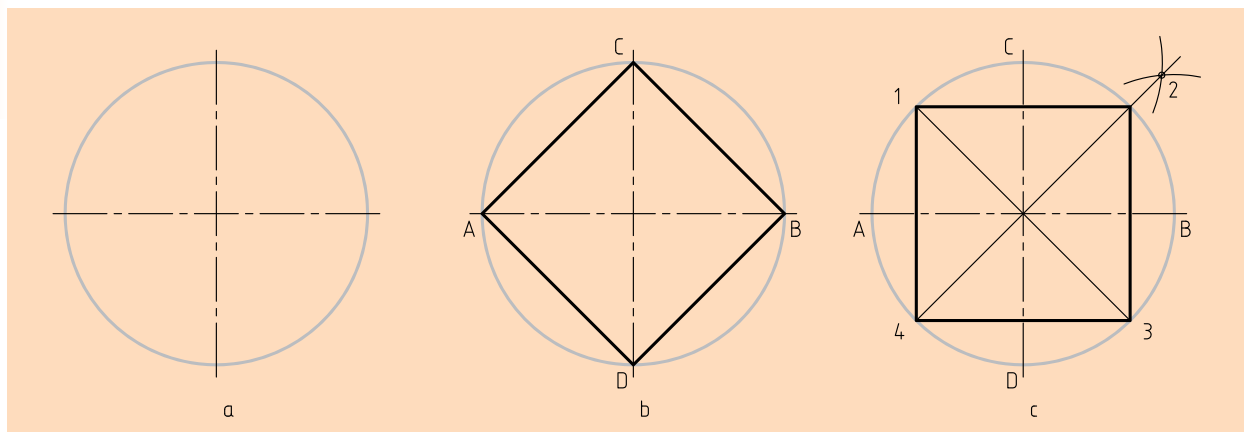




◀ ترسیم چهارضلعی منتظم:

روش کار:

کافی است در شکل b نقطه‌های A، B، C و D را به یکدیگر وصل کنیم.  
در شکل C به کمک نیم‌ساز، نقطه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ را به دست آورید و به یکدیگر وصل کنید (شکل ۹-۲).



شکل ۹-۲ روش ترسیم چهارضلعی منتظم

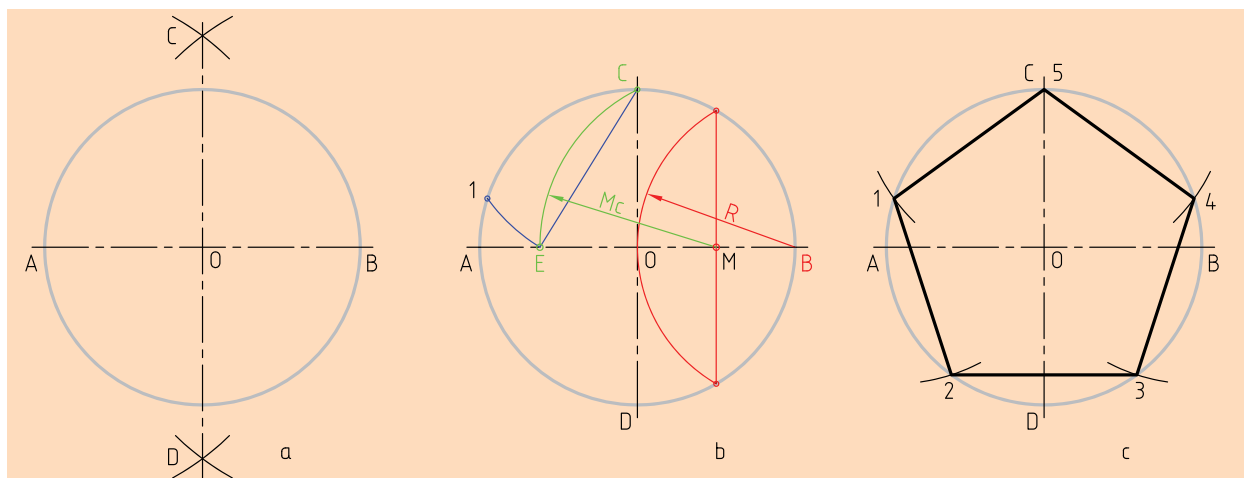


◀ ترسیم پنج‌ضلعی منتظم (روش اول):

روش اول کار:

به مرکز B و شعاع OB کمانی رسم می‌کنیم، سپس عمود منصف OB را رسم، و M را به عنوان وسط آن مشخص می‌کنیم.

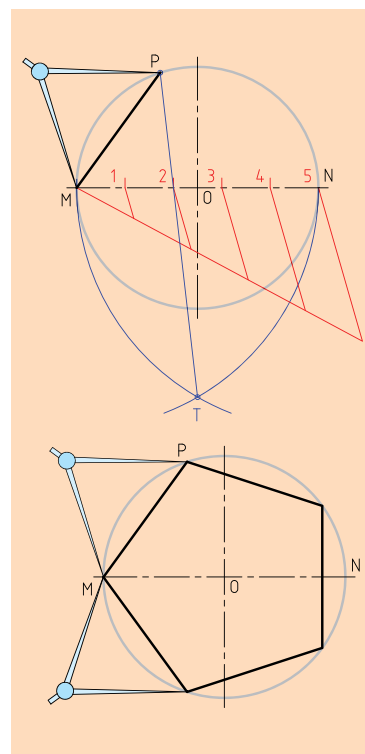
به مرکز M و شعاع MC کمانی می‌زنیم تا نقطه E به دست آید. طول ضلع برابر است  $\overline{C1}$  که دایره به کمک آن تقسیم می‌شود.  $\overline{EC}$  برابر  $\frac{1}{5}$  محیط دایره است و این فاصله را روی دایره تکرار کنید تا محیط دایره به ۵ قسمت مساوی تقسیم شود و سپس نقاط را به هم دیگر وصل کنید (شکل ۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲ روش ترسیم پنج‌ضلعی منتظم

## روش دوم کار:

پس از ترسیم محورهای افقی و عمودی دایره و ترسیم دایره‌ای با قطر دلخواه، محل برخورد محور افقی با دایره را نقاط  $M$  و  $N$  می‌نامیم. حال قطر  $MN$  را به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. به شعاع  $MN$  یک‌بار از نقطه  $M$  و بار دیگر از نقطه  $N$  قوسی می‌زنیم تا یکدیگر را در نقطه  $T$  قطع کنند. حال از نقطه  $T$  به دومین قسمت تقسیمات قطر وصل می‌کنیم و تا جایی ادامه می‌دهیم که دایره را در نقطه  $P$  قطع کند. با وصل کردن  $MP$  یکی از اضلاع پنج‌ضلعی موردنظر به‌دست خواهد آمد (شکل ۱۱-۲).



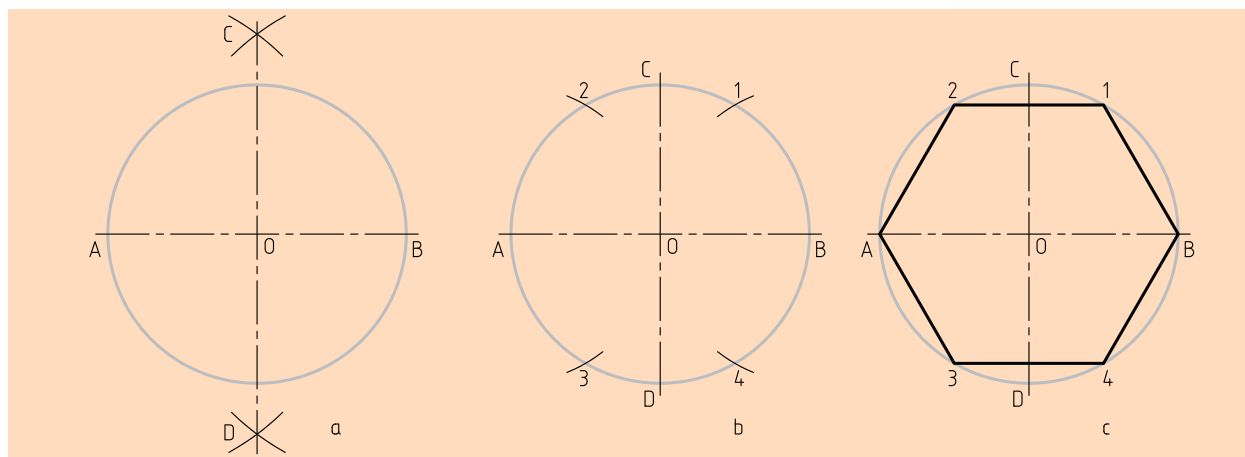
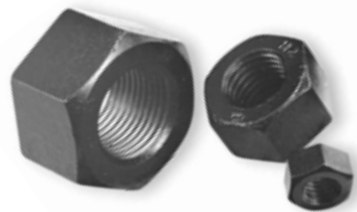
شکل ۱۱-۲ روش ترسیم پنج ضلعی منتظم

## ترسیم شش ضلعی منتظم:

برای ترسیم شش ضلعی منتظم، راه‌های گوناگونی وجود دارد که به دو مورد از آنها اشاره می‌کنیم.

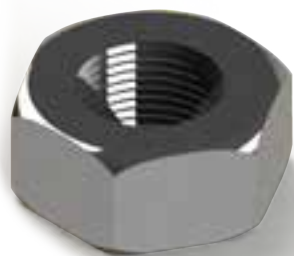
## روش اول:

طول اضلاع شش ضلعی منتظم با شعاع دایره محیطی برابر است، پس دایره را با شعاع خود به شش قسمت تقسیم می‌کنیم (شکل ۱۲-۲).

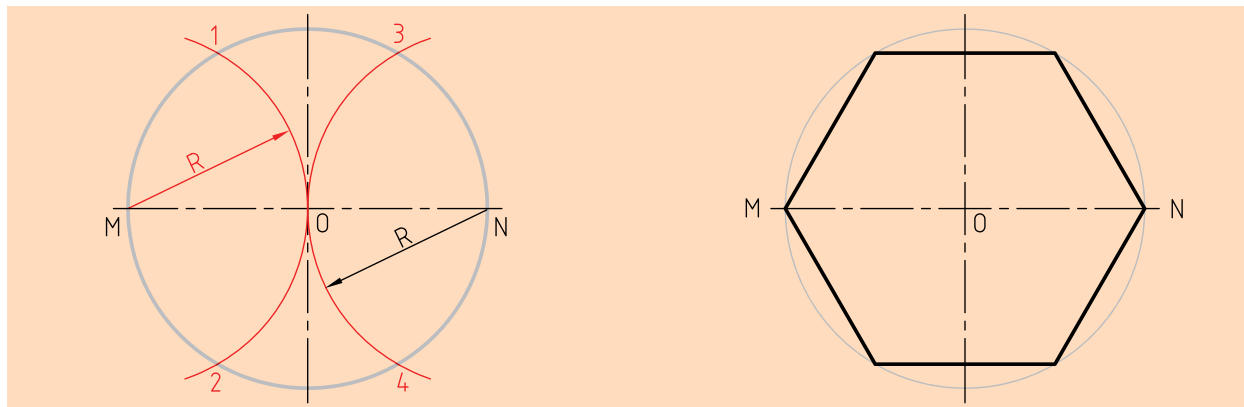


شکل ۱۲-۲ روش ترسیم شش ضلعی منتظم

## روش دوم:



پس از ترسیم دایره محل برخورد محور افقی با دایره را نقاط  $M$  و  $N$  می‌نامیم. به شعاع دایره موجود از نقطه  $M$  و  $N$  دو قوس ترسیم می‌کنیم تا دایره را در نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ قطع کنند. با وصل کردن نقاط  $M$  به ۱ و ۲، و  $N$  به ۳ و ۴، شش ضلعی مورد نظر به دست می‌آید (شکل ۱۳-۲). آیا روش دیگری برای تقسیم دایره به شش قسمت وجود دارد؟



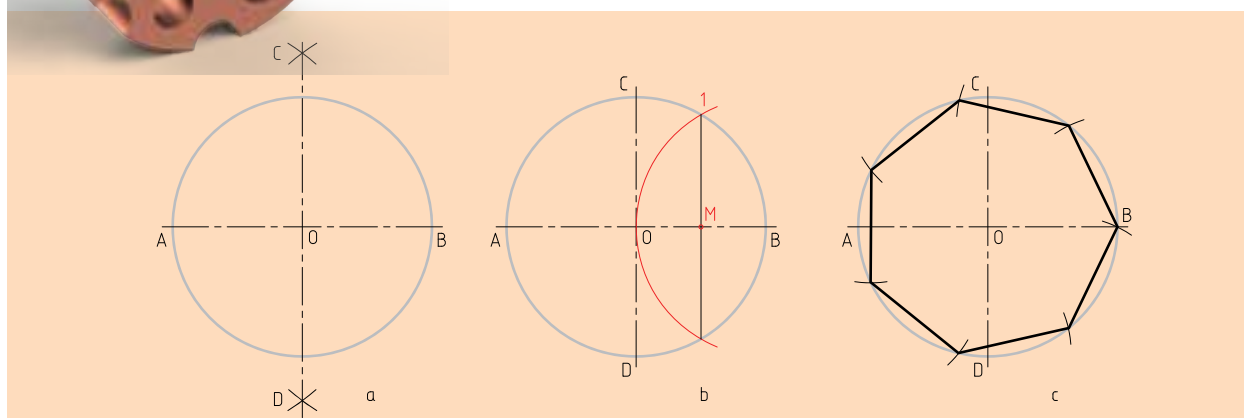
شکل ۱۳-۲ روش ترسیم شش ضلعی منتظم

## ترسیم هفت ضلعی منتظم:

### روش کار:

با رسم عمود منصف  $OB$  نقطه ۱ را مشخص می‌کنیم. طول ضلع هفت ضلعی تقریباً  $\overline{M1}$  است که دایره را به کمک آن تقسیم می‌کنیم (شکل ۱۴-۲).

آیا به نظر شما باید همیشه برای تقسیم دایره از نقطه  $B$  شروع کنیم؟

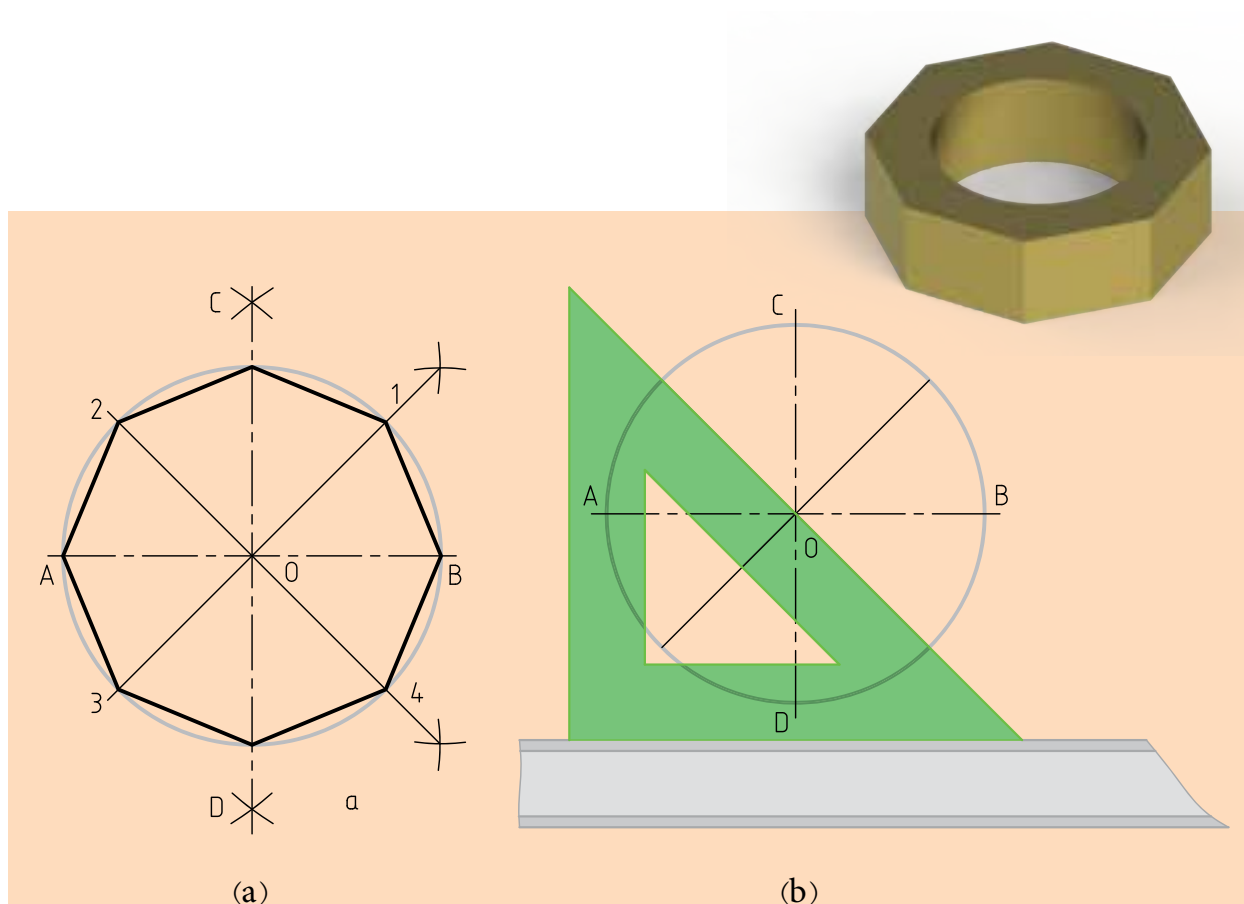


شکل ۱۴-۲ روش ترسیم هفت ضلعی منتظم

### ◀ ترسیم هشت ضلعی منتظم:

#### روش کار:

کافی است با رسم نیم‌سازها، نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ را مشخص کنیم.  
 با وصل کردن نقاط «A به ۲، C به ۲، C به ۱، B به ۱، B به ۴، D به ۴، D به ۳»  
 و ۳ به A»، هشت ضلعی موردنظر به دست خواهد آمد (شکل ۲-۱۵-a).  
 البته ترسیم نیم‌ساز را در این مسئله می‌توان به کمک خط‌کش تی و گونیای  
 ۴۵ درجه همانند شکل ۲-۱۵-b انجام داد و بدین ترتیب هشت ضلعی موردنظر  
 را ترسیم کرد.



شکل ۲-۱۵ روش ترسیم هشت ضلعی منتظم

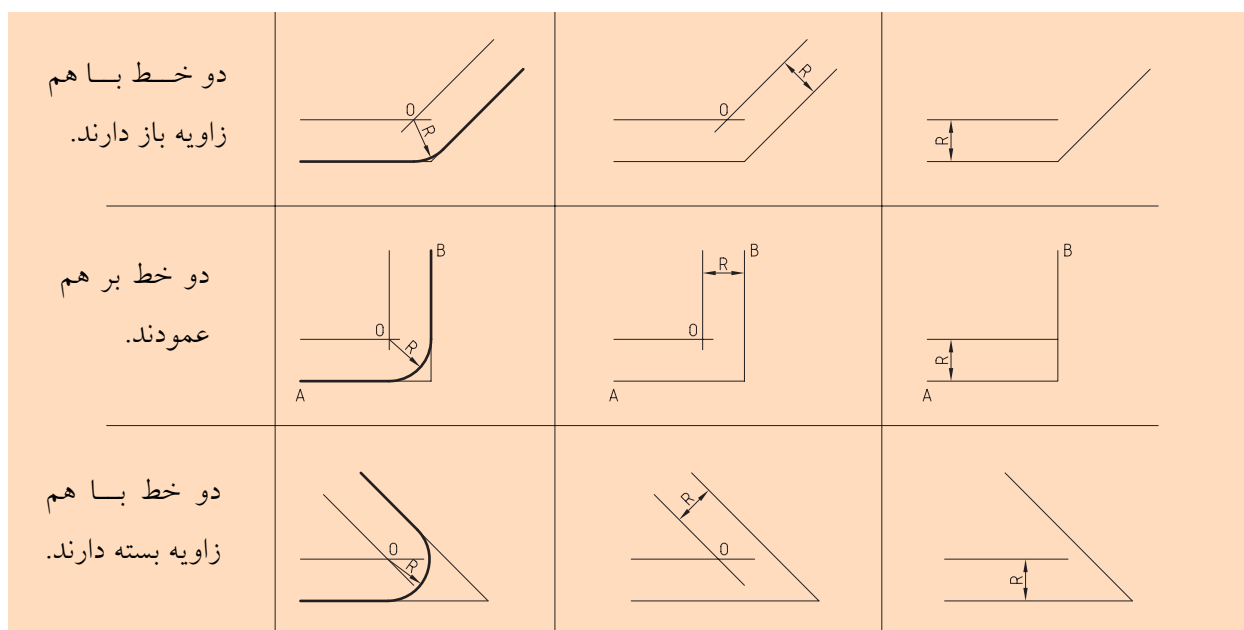
## مماس‌ها

برای ترسیم نقشه‌ها در بسیاری از موارد نیاز به ترسیم مماس‌ها است.

### ◀ مماس کردن کمانی با شعاع $R$ بر دو خط در حالت‌های متفاوت

الف) دو خط به موازات خطوط مورد نظر با فاصله  $R$  ترسیم می‌کنیم.

ب) به مرکز  $O$  (محل برخورد دو خط ترسیم شده) کمانی را به شعاع  $R$  ترسیم می‌کنیم (شکل ۱۶-۲).



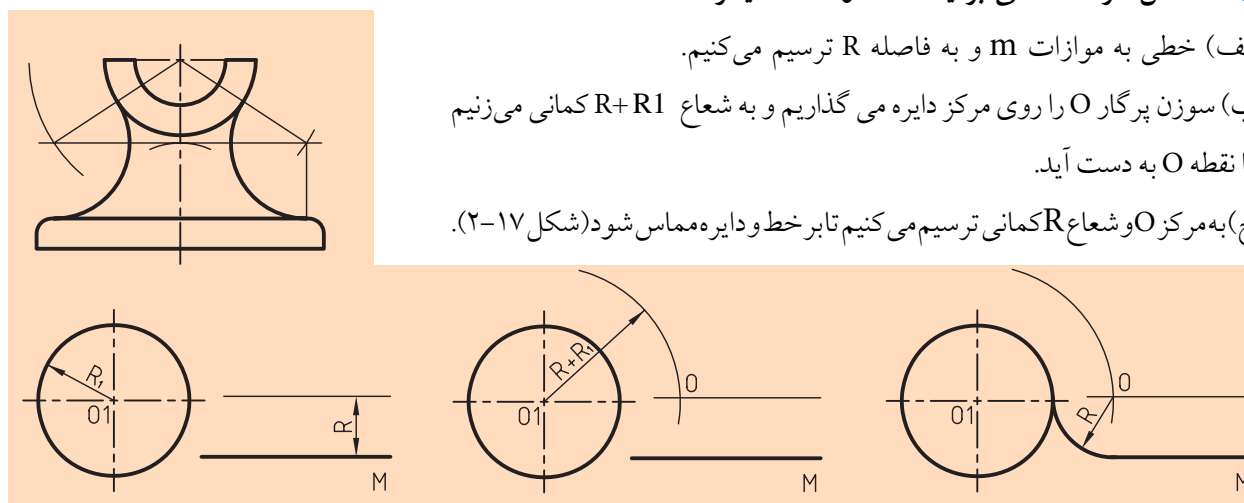
شکل ۱۶-۲

### ◀ مماس کردن کمانی بر یک خط و کمان دیگر

الف) خطی به موازات  $m$  و به فاصله  $R$  ترسیم می‌کنیم.

ب) سوزن پرگار  $O$  را روی مرکز دایره می‌گذاریم و به شعاع  $R+R_1$  کمانی می‌زنیم تا نقطه  $O$  به دست آید.

ج) به مرکز  $O$  و شعاع  $R$  کمانی ترسیم می‌کنیم تا بر خط و دایره مماس شود (شکل ۱۷-۲).



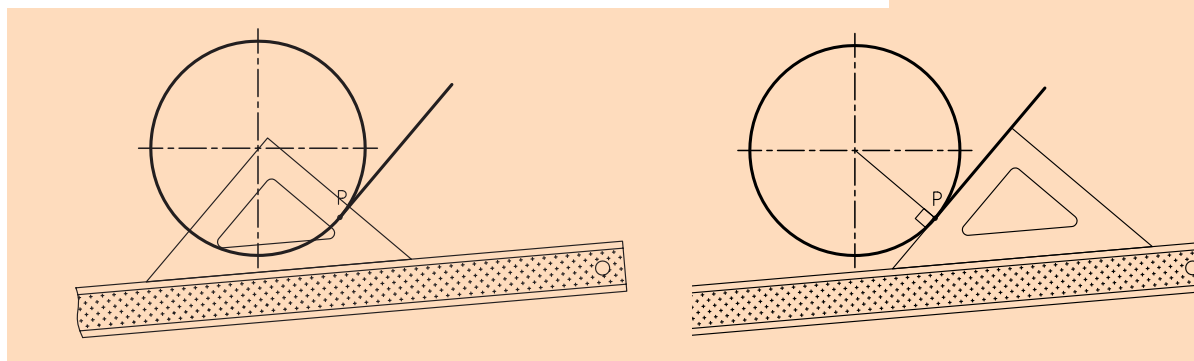
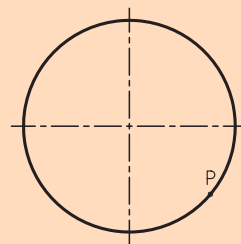
شکل ۱۷-۲

### ◀ ترسیم خط مماس از نقطه‌ای روی دایره بر دایره

می‌خواهیم بر نقطه  $P$  روی دایره خطی مماس کنیم.

(الف) خط کش تی و گونیای  $45^\circ$  درجه را به صورتی تنظیم می‌کنیم که خط عمود بر لبه گونیا از مرکز دایره و نقطه  $P$  عبور کند.

(ب) گونیا را روی خط کش تی حرکت می‌دهیم تا لبه دیگر آن روی نقطه  $P$  قرار گیرد. پس خط مماس را ترسیم می‌کنیم (شکل ۲-۱۸).



شکل ۲-۱۸

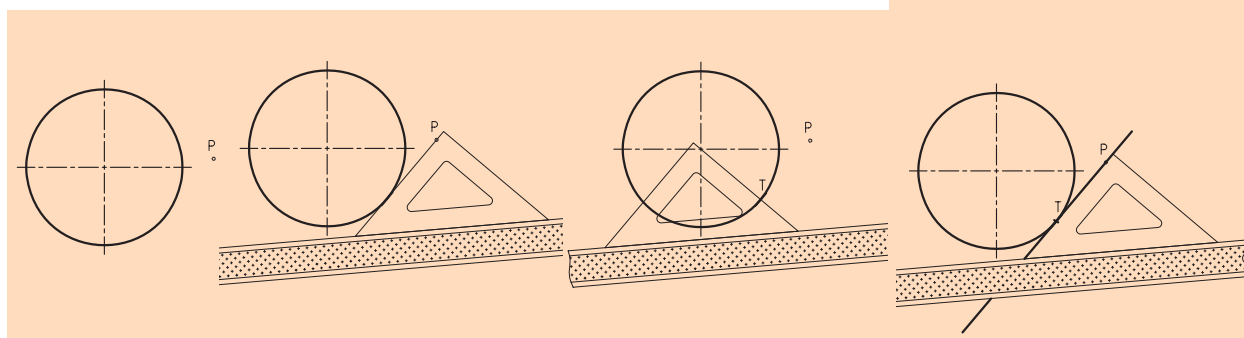
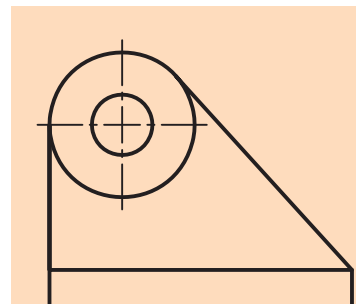
### ◀ ترسیم خط مماس از یک نقطه خارج دایره به دایره

از نقطه  $P$  خارج دایره می‌خواهیم خطی بر دایره مماس شود.

(الف) خط کش تی و گونیای  $45^\circ$  درجه را به صورتی تنظیم می‌کنیم که لبه گونیا از نقطه  $P$  عبور کند و به دایره مماس باشد.

(ب) گونیا را روی خط کش تی حرکت می‌دهیم تا لبه دیگر گونیا از مرکز دایره عبور کند و نقطه تماس  $T$  را علامت می‌زنیم.

(پ) گونیا را به محل قبلی بر می‌گردانیم و مماس مورد نظر را ترسیم می‌کنیم (شکل ۲-۱۹).



شکل ۲-۱۹

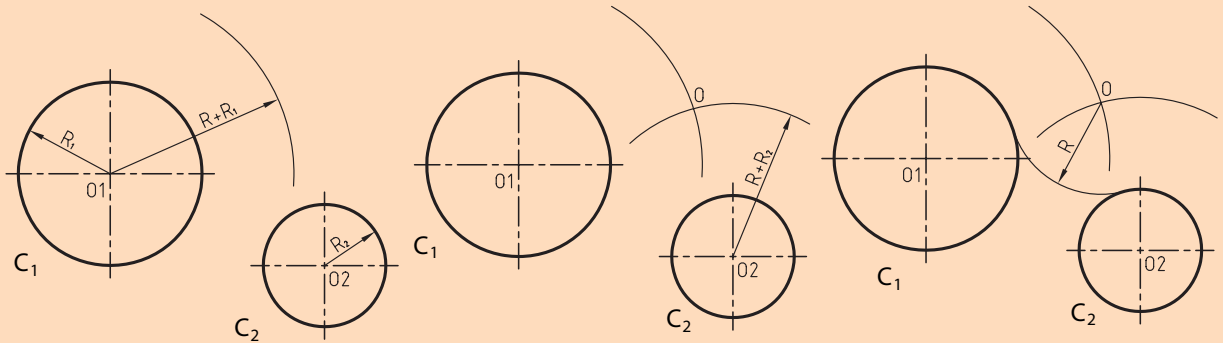
### ترسیم مماس خارجی دو دایره با کمان به شعاع R:

می‌خواهیم با کمانی به شعاع R مماس خارجی بر دو دایره  $C_1$  و  $C_2$  ترسیم کنیم.

(الف) به شعاع  $R+R_1$  و به مرکز  $O_1$  کمانی می‌زنیم.

(ب) به مرکز  $O_2$  و شعاع  $R+R_2$  کمانی می‌زنیم تا نقطه O به دست آید.

(پ) به مرکز O و شعاع R کمان مورد نظر را ترسیم می‌کنیم (شکل ۲۰-۲).



شکل ۲۰-۲

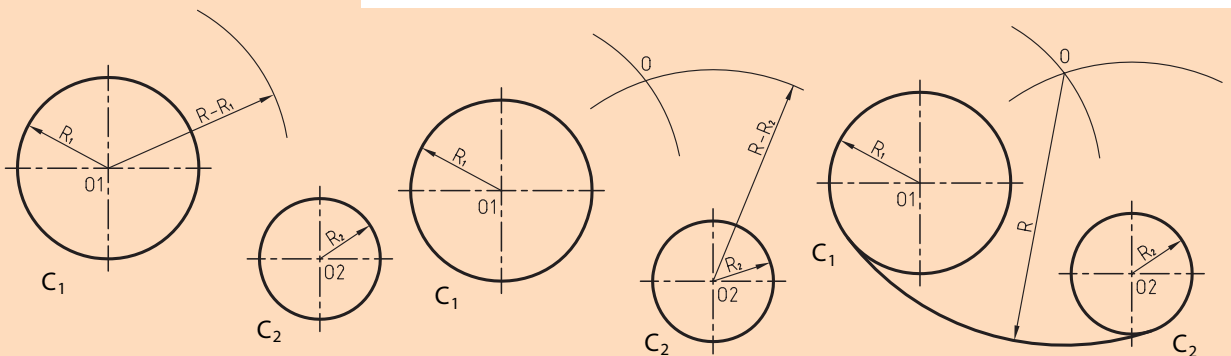
### ترسیم مماس داخلی دو دایره با کمان به شعاع R:

می‌خواهیم کمانی با شعاع R به صورت داخلی بر دو دایره  $C_1$  و  $C_2$  مماس کنیم.

(الف) به مرکز  $O_1$  کمانی با شعاع  $R-R_1$  ترسیم می‌کنیم.

(ب) به مرکز  $O_2$  کمانی با شعاع  $R-R_2$  ترسیم می‌کنیم تا نقطه O به دست آید.

(پ) به مرکز O و به شعاع R کمانی مورد نظر را ترسیم می‌کنیم (شکل ۲۱-۲).

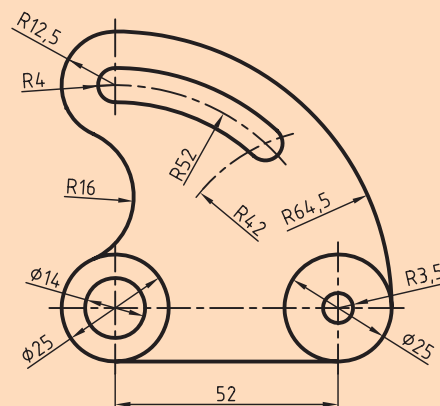
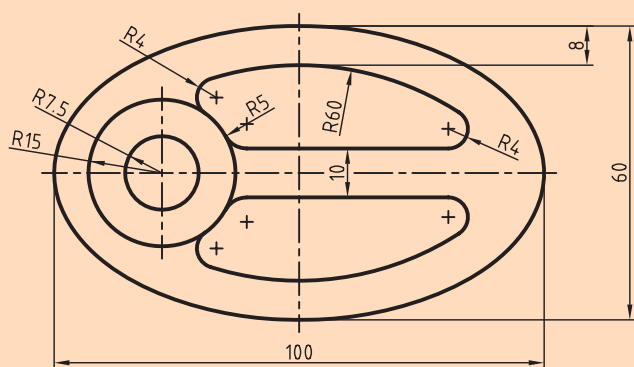


شکل ۲۱-۲

## ارزشیابی پایانی

### ◀ نظری

۱. ترسیمات هندسی را تعریف کنید.
۲. ابزارهای اصلی در ترسیم هندسی کدام‌اند؟
۳. عمودمنصف یک پاره‌خط چگونه ترسیم می‌شود؟ توضیح دهید (با ترسیم شکل).
۴. روش کار برای ترسیم یک پاره‌خط به قسمت‌های مساوی را شرح دهید (با ترسیم شکل).
۵. روش کار برای ترسیم نیم‌ساز زاویه را توضیح دهید (با ترسیم شکل).
۶. روش کار برای تقسیم دایره به سه و چهار و پنج و شش و هفت و هشت قسمت مساوی را با ترسیم شکل شرح دهید.
۷. روش ترسیم مثلث با داشتن اندازه اضلاع آن‌را با رسم شکل توضیح دهید.
۸. انواع مماس‌هایی که می‌شناسید نام ببرید و طریقه ترسیم هر یک را با رسم شکل شرح دهید.
۹. در مورد روش ترسیم دو نقشه زیر با دوستانتان مشورت کنید و برای هر کدام توضیحی بنویسید.





عملی: ◀

۱. پاره خط AB را به طول ۱۰۰ میلی متر ترسیم کنید و خواسته های زیر را انجام دهید:

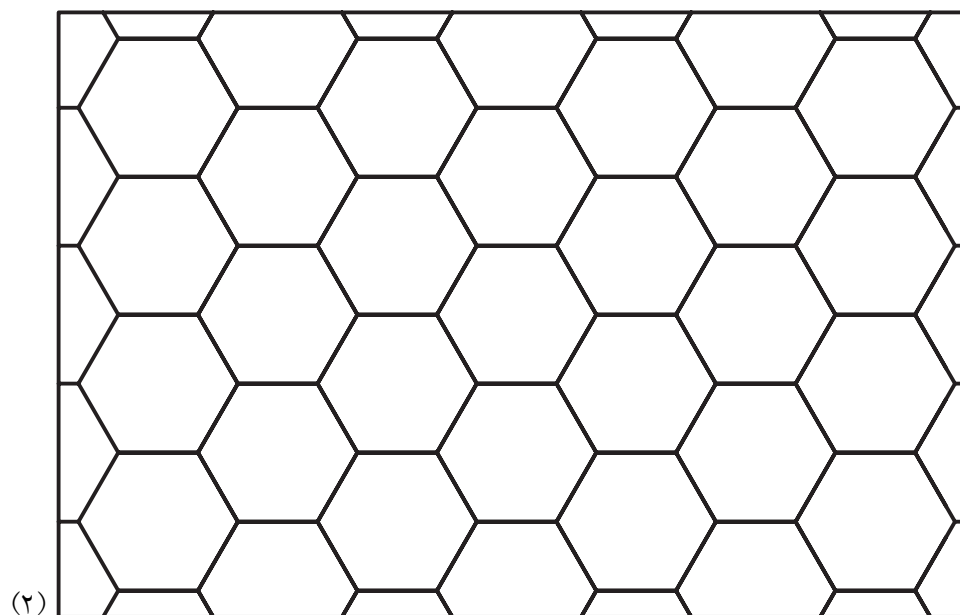
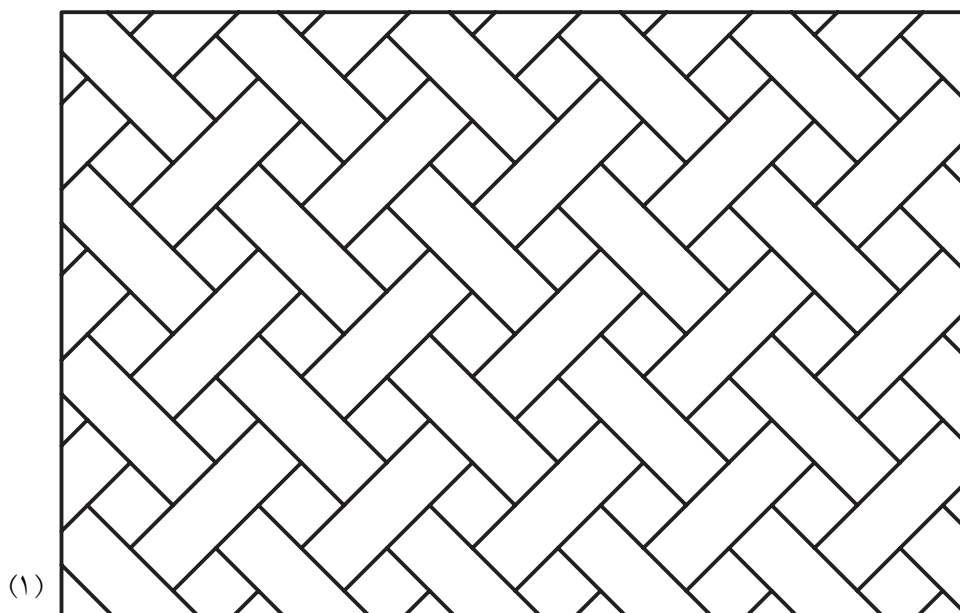
الف) عمود منصف آن را ترسیم کنید.

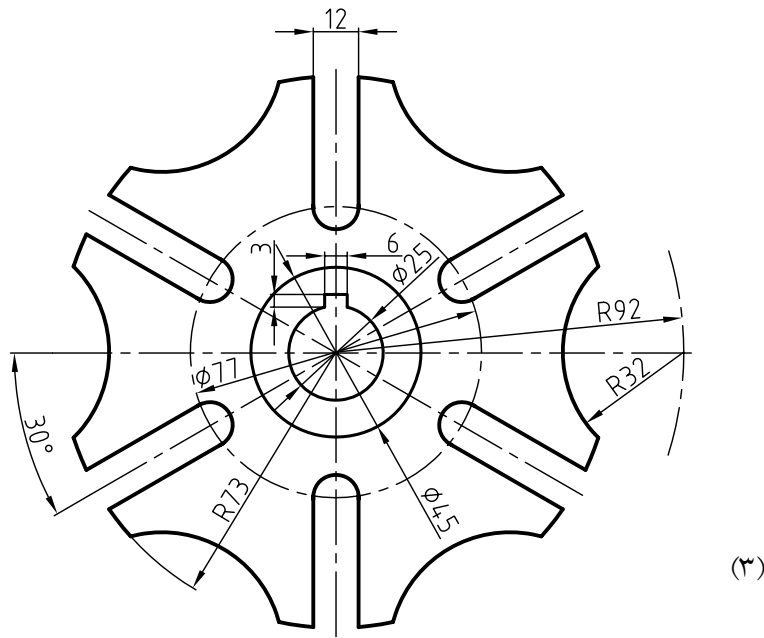
ب) یک بار آن را به هفت قسمت مساوی و بار دیگر آن را به ده قسمت مساوی تقسیم کنید.

۲. اضلاع مثلث ABC به ترتیب ۱۰۰، ۷۰ و ۵۰ میلی متر است. این مثلث را ترسیم کنید.

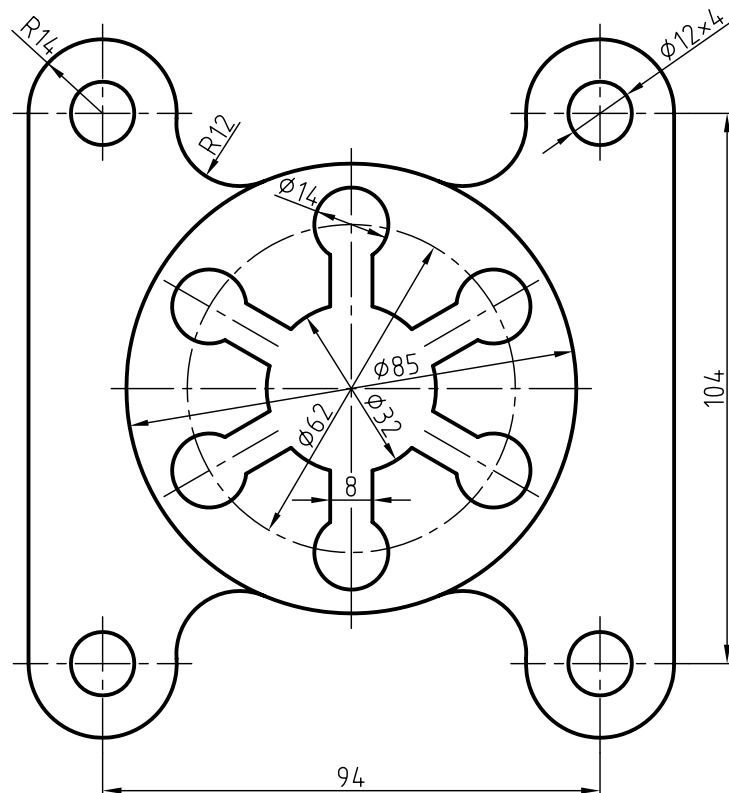
۳. زاویه دلخواهی ترسیم کنید و نیم ساز آن را بیابید.

۴. هر یک از ترسیمات شکل های زیر را در یک برگه A۴ ترسیم کنید (شکل های ۱ تا ۵).





(۳)



(۴)

## فصل سوم

### ترسیم تصاویر از اجسام

#### ◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- اصول ترسیم سه‌نما از اجسام را بیان کند.
- مفهوم تصویر و صفحه تصویر را توضیح دهد.
- اصول ترسیم تصاویر موردنیاز از اجسام مختلف را بیان کند.
- صفحات تصویر قائم، افق و نیم‌رخ را ترسیم کند.
- بهترین جهت دید جسم را برای تصویر قائم مشخص کند.
- طرز قراردادن جسم در جهت دید ناظر را مشخص کند.
- طریقه قرار دادن تصاویر روی صفحه کاغذ را توضیح دهد.
- کاغذ مناسب را برای ترسیم انتخاب کند (جانمایی سه‌نما روی کاغذ).

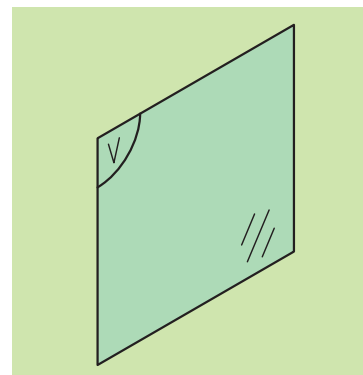


### ۳-۱ صفحات تصویر

همان‌طور که در فصل پیش با انواع اجسام هندسی آشنا شدیم و از ترکیب آن‌ها با هم اجسام مختلفی را به‌دست آوردیم، حال می‌خواهیم ترسیم نما از آن‌ها را انجام دهیم، اما نخست باید به‌سراغ صفحات تصویر رفته و آن‌ها را شناسایی کنیم.

#### ۳-۱-۱ صفحه روبه‌روی تصویر

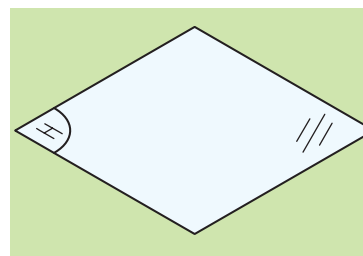
این صفحه بر سطح زمین عمود است و ما معمولاً در سیستم فرجه اول<sup>۱</sup> جهت ترسیم نمای روبه‌روی یک جسم از آن استفاده می‌کنیم (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱

#### ۳-۱-۲ صفحه افقی تصویر

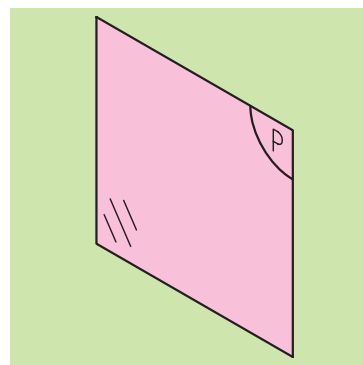
صفحه‌ای است که با سطح زمین موازی است و ما به‌طور معمول در سیستم فرجه اول جهت ترسیم نمای بالای یک جسم از آن استفاده می‌کنیم (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲

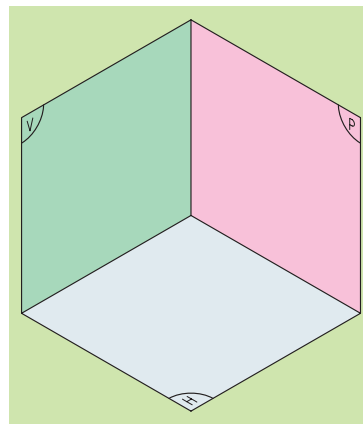
#### ۳-۱-۳ صفحه نیم‌رخ تصویر

صفحه‌ای است که عمود بر صفحات قائم و افق تصویر است و ما جهت ترسیم نمای جانبی از آن بهره می‌گیریم (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳

حال با کنار هم قراردادن این سه تصویر، شکل ۳-۴ به‌دست می‌آید، که در حقیقت به آن جعبه تصویر جسم می‌گویند و ما هرگاه بخواهیم جسمی را به حالت دوبعدی نمایش دهیم و تصاویر آن‌را ترسیم کنیم، باید از این جعبه تصویر بهره بگیریم.

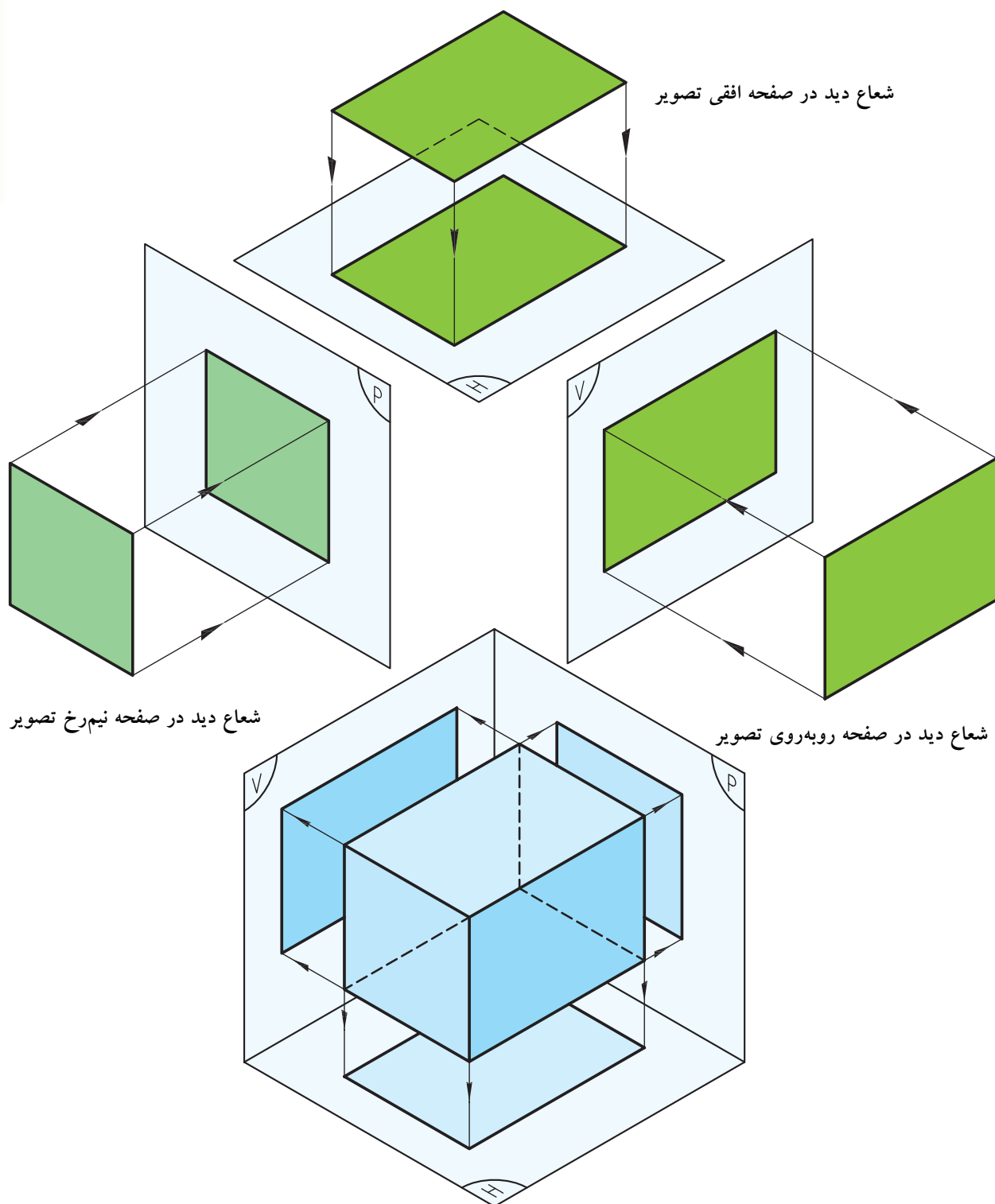


شکل ۳-۴

۱. سیستم فرجه اول یا اروپایی که در فصل بعد توضیحات بیشتری داده خواهد شد.

### ۳-۱-۴ شعاع دید

شعاع دید، خطوطی فرضی است که با گذر از هر یک از نقاط جسم و برخورد آن با هر یک از صفحات تصویر، تصویر جسم را مشخص می‌کند (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵ شعاع دید در جعبه تصویر

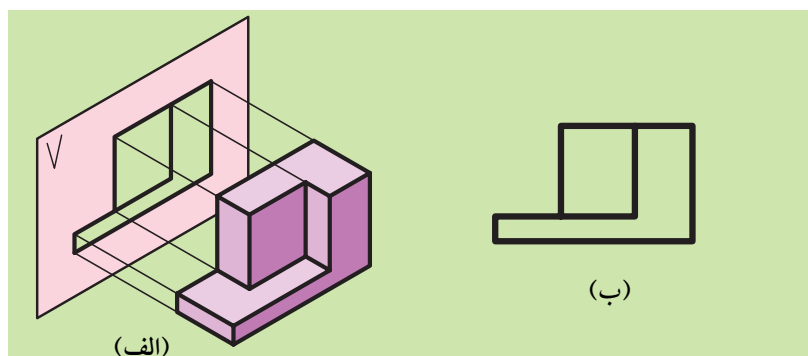
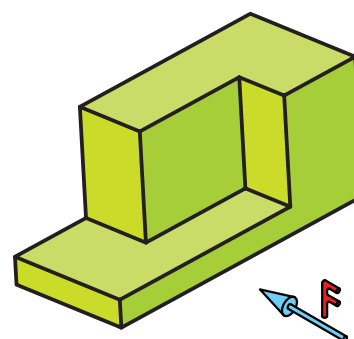
## ۳-۲ تصاویر یک جسم بر روی صفحات تصویر

### ۳-۲-۱ ترسیم تصویر از جلو (شکل ۳-۶)

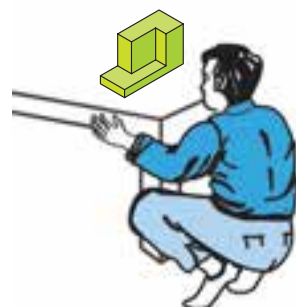
الف) صفحه تصویر قائم را پشت جسم نگه می‌داریم (صفحه تصویر عمود بر جهت دید قرار می‌گیرد).

ب) در جهت دید و عمود بر صفحه قائم به جسم نگاه می‌کنیم.

پ) تصویر از جلوی آنمای روبه‌رو (قائم تصویر) به دست می‌آید (شکل ۳-۶ الف و ب).



شکل ۳-۶

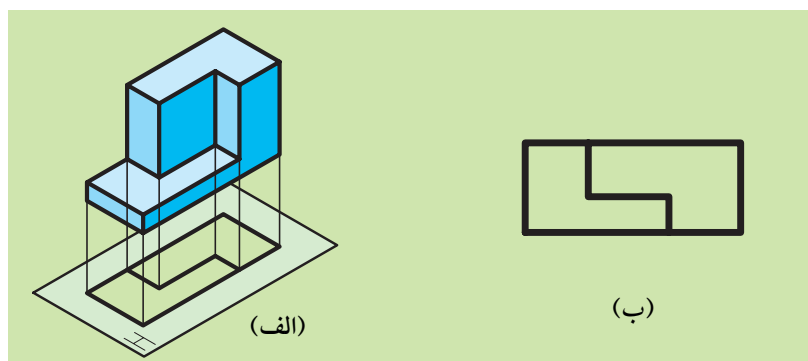


### ۳-۲-۲ ترسیم تصویر از بالا همان جسم (شکل ۳-۷)

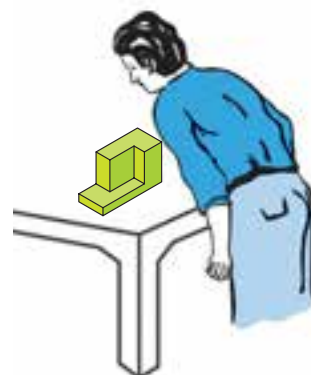
الف) صفحه تصویر افق را زیر جسم نگه می‌داریم (صفحه تصویر عمود بر جهت دید قرار می‌گیرد).

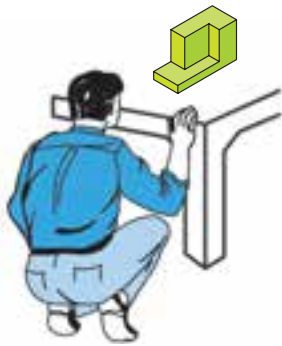
ب) در جهت دید و عمود بر صفحه افق تصویر به جسم نگاه می‌کنیم.

پ) تصویر از بالای آنمای بالا (افق تصویر) به دست می‌آید (شکل ۳-۷ الف و ب).



شکل ۳-۷



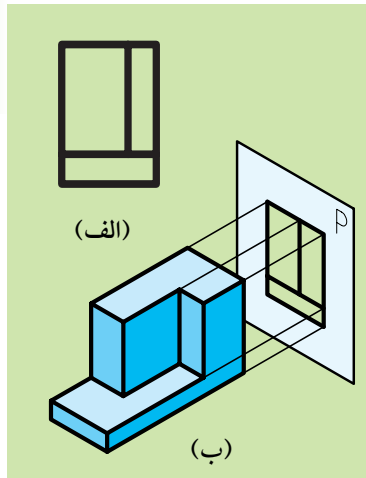


### ۳-۲-۳ ترسیم تصویر نیم‌رخ همان جسم (نمای جانبی، دید از چپ شکل ۳-۸)

الف) صفحه تصویر جانبی را از طرف راست جسم نگه می‌داریم (صفحه تصویر عمود بر جهت دید قرار می‌گیرد).

ب) در جهت دید و عمود بر صفحه تصویر نیم‌رخ به جسم نگاه می‌کنیم.

پ) تصویر نیم‌رخ یا جانبی به‌دست می‌آید (شکل ۳-۸ الف و ب).



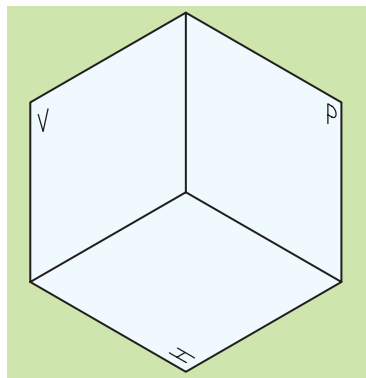
شکل ۳-۸

### ۳-۳ رسم سه تصویر از یک جسم

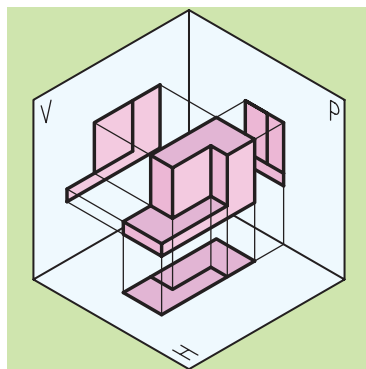
اگر صفحات قائم، افق و جانبی را به‌حالت عمود بر یکدیگر به هم متصل کنیم، جعبه تصویر به‌دست می‌آید، بنابراین ما در جعبه تصویر صفحه قائم (V)، صفحه افق (H) و صفحه جانبی (P) را خواهیم داشت (شکل ۳-۹).

برای این‌که از جسمی سه تصویر رسم کنیم، بعد از قرار دادن آن در جعبه تصویر، به‌گونه‌ای که با هر یک از صفحات تصویر کمی فاصله داشته باشد و با آن‌ها موازی هم باشد، سه تصویر جسم را به‌دست می‌آوریم (شکل ۳-۱۰).

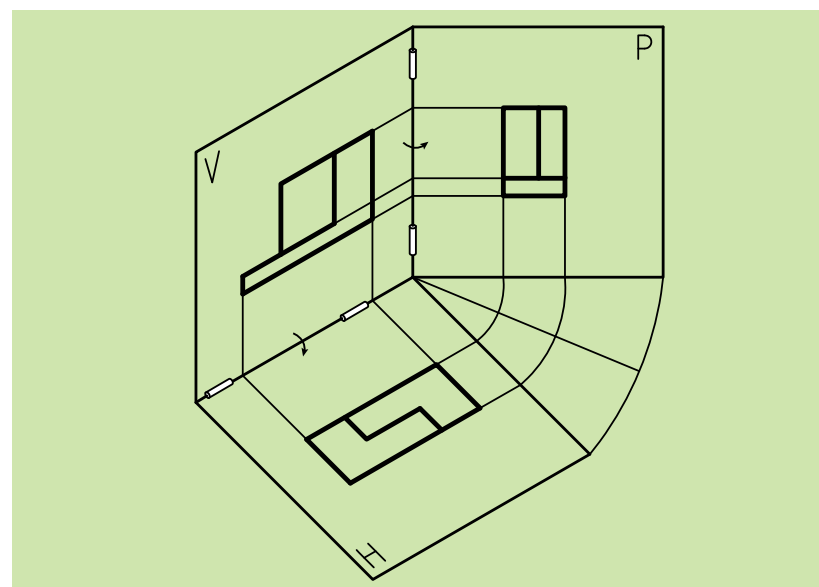
حال اگر آنچه را که از سه تصویر بر روی صفحات تصویر ترسیم کرده‌ایم، روی کاغذ منتقل کنیم، سه‌نما از جسم به‌دست می‌آید، بدین صورت که صفحات افق و جانب را ۹۰ درجه دوران دهیم تا در راستای صفحه قائم تصویر قرار گیرند (شکل ۳-۱۱). تصاویر به‌دست آمده را در هر یک از صفحات تصویر، تصاویر دوبعدی می‌نامند.



شکل ۳-۹



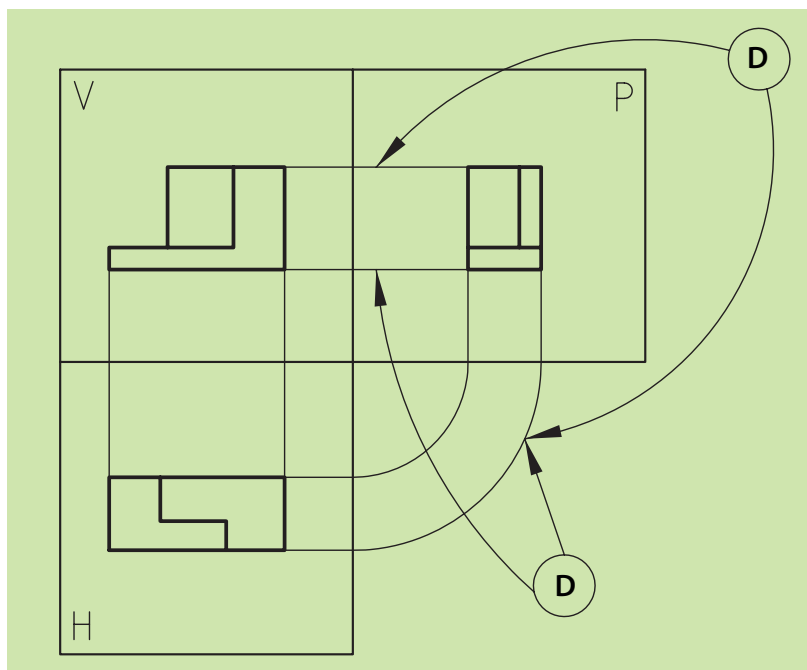
شکل ۳-۱۰



شکل ۳-۱۱

البته می‌دانیم که تصاویر دوبعدی برای تولید قطعات صنعتی در نقشه‌های اجرایی کاربرد دارند.

خطوطی که با تصاویر قائم، افق و جانب در ارتباط هستند و آن‌ها را به یکدیگر متصل می‌سازند را خطوط رابط کمی می‌نامند، که در اینجا با حرف D به نمایش درآمده است (شکل ۱۲-۳).

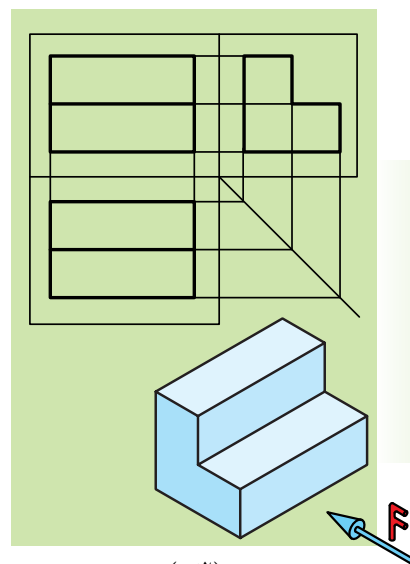


شکل ۱۲-۳

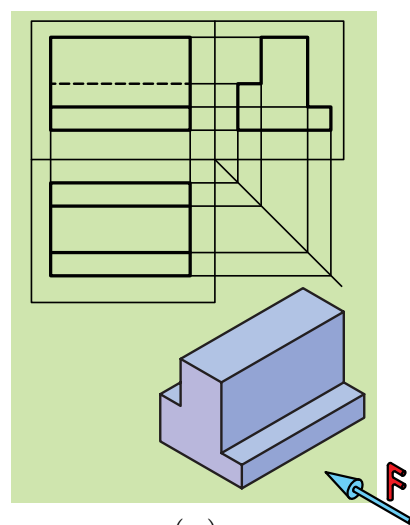
لازم به ذکر است که در نقشه‌های اجرایی معمولاً از خطوط کمی استفاده نمی‌شود و می‌توان گفت که از خطوط رابط یا کمی برای یافتن نماهای دیگر استفاده می‌کنیم.

### ۳-۴ چگونگی تصویربرداری از اجسام

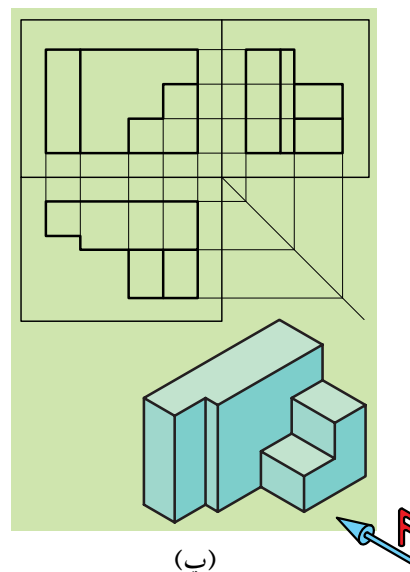
همان‌طور که دیده می‌شود (شکل‌های ۱۳-۳ الف، ب، پ) روش کار مانند بحث قبلی و گذاشتن سه تصویر قائم، افق و جانب در پشت جسم و نگاه عمود بر آن است، ولی نکته مهم این جاست که وقتی اجسام بریده می‌شوند، برای تصویربرداری همان کار با روش توضیح داده شده در بخش ۳-۳ انجام می‌شود، با فرض این‌که به دلخواه، صفحه‌ای را ثابت و صفحه دیگر را حرکت می‌دهیم. به مثال‌های صفحه بعد توجه کنید.



(الف)



(ب)

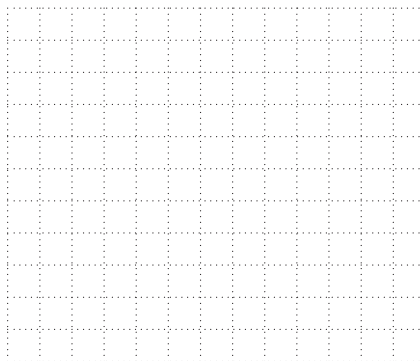
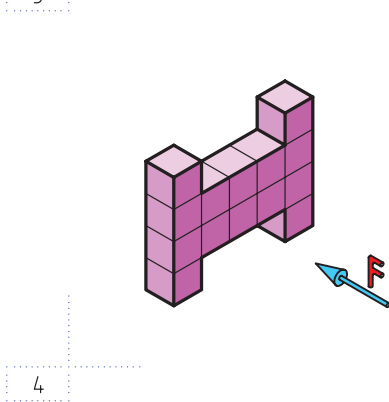
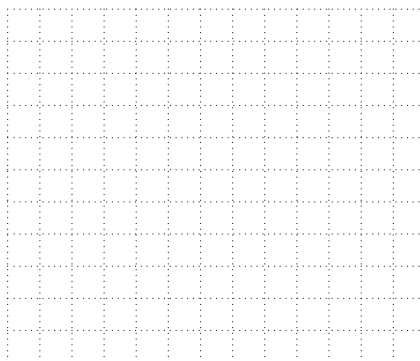
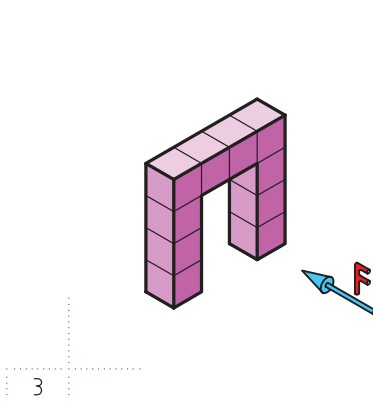
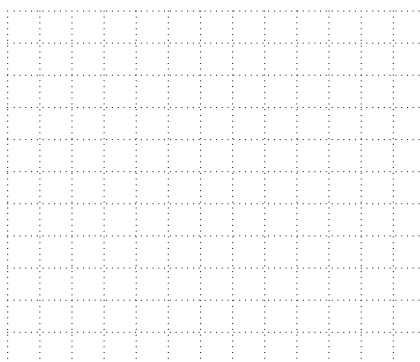
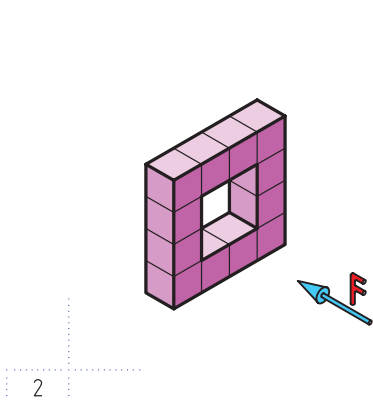
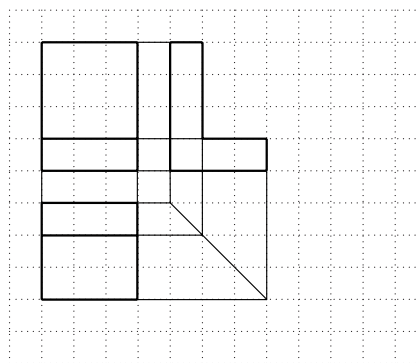
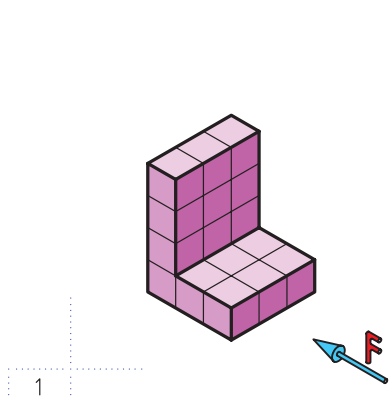


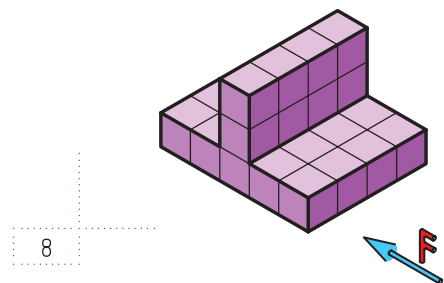
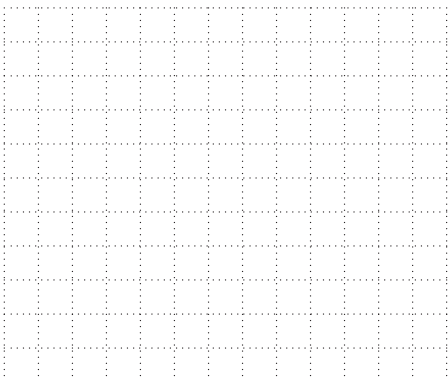
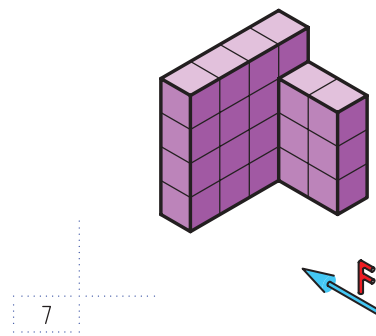
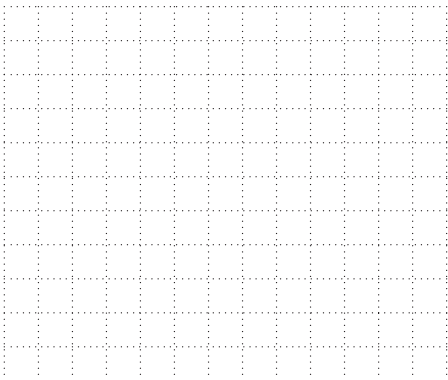
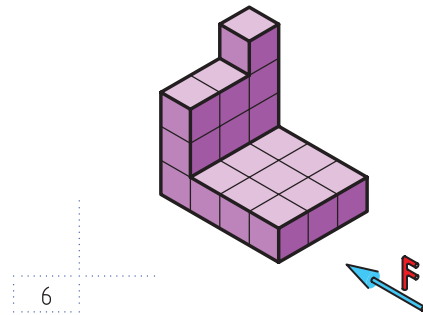
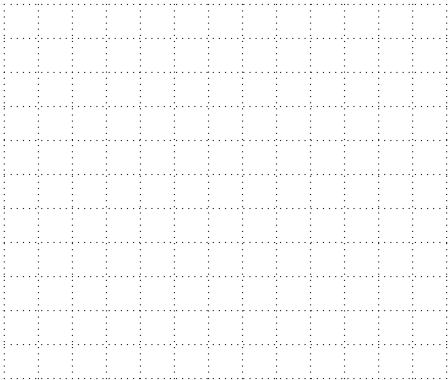
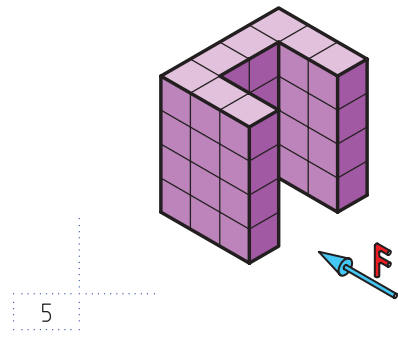
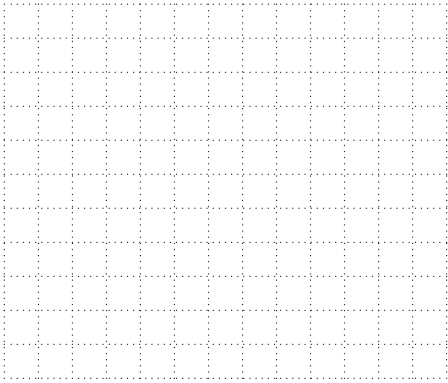
(پ)

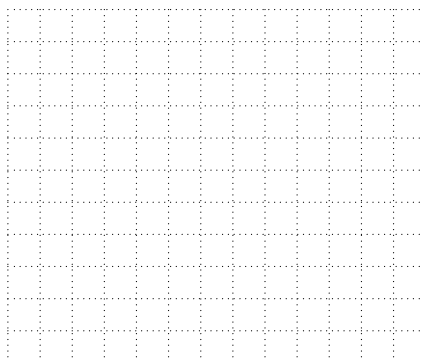
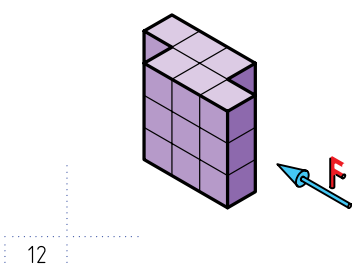
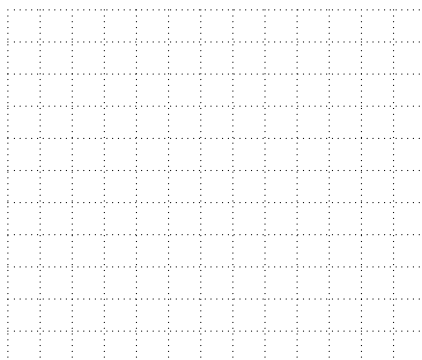
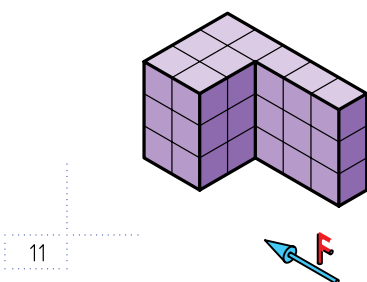
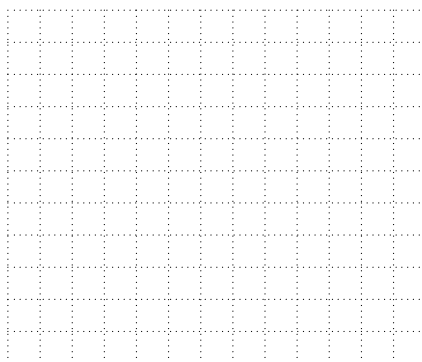
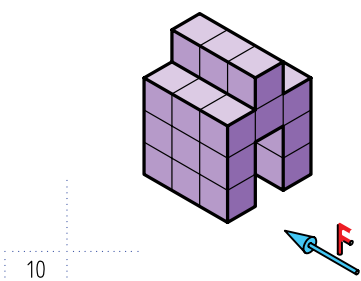
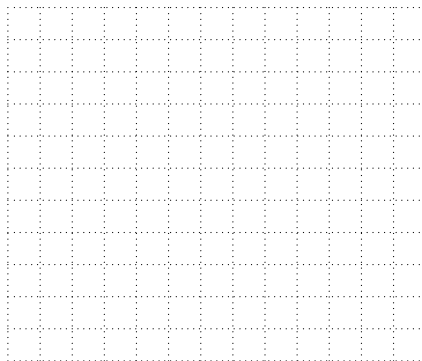
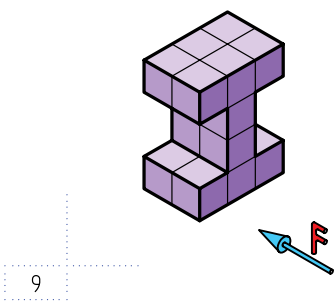
شکل ۱۳-۳

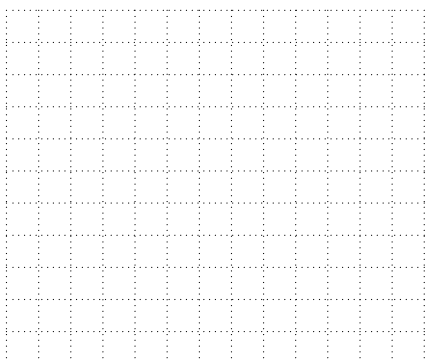


تمرین ۱: تصاویر سه‌گانه اجسام ۱ تا ۴ را با رعایت تناسب اندازه در جای خود ترسیم کنید.

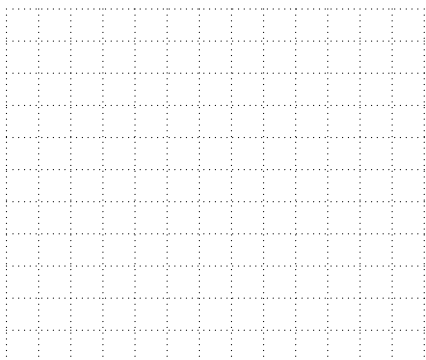
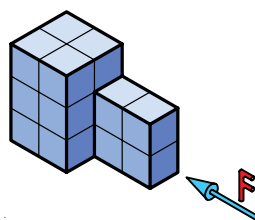




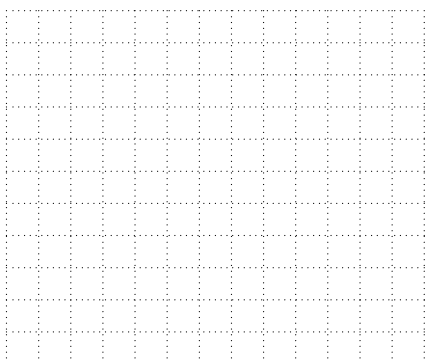
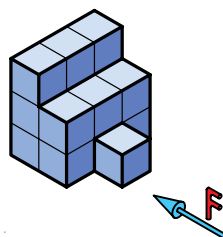




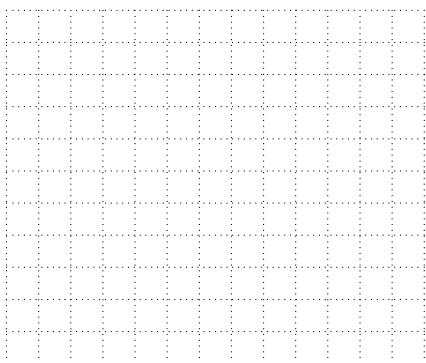
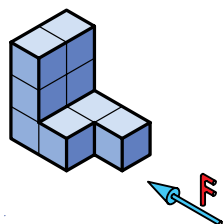
13



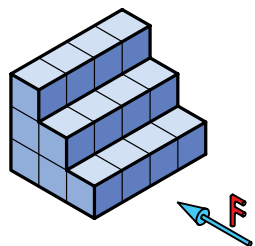
14

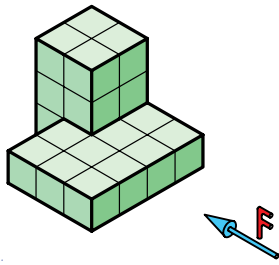


15

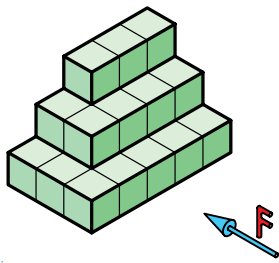
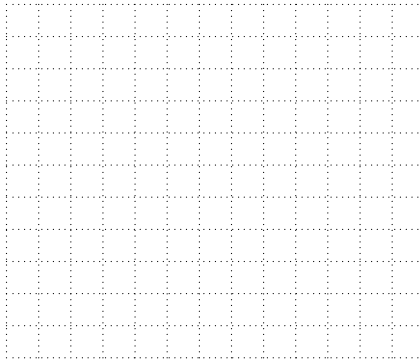


16

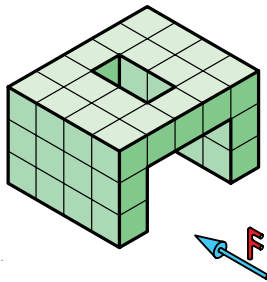
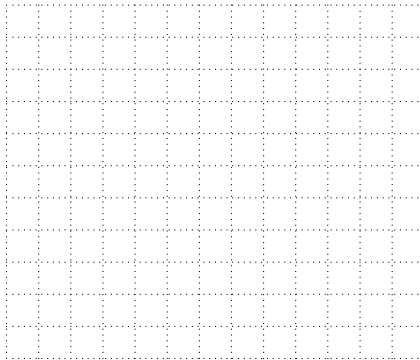




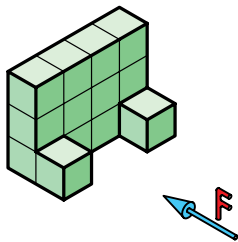
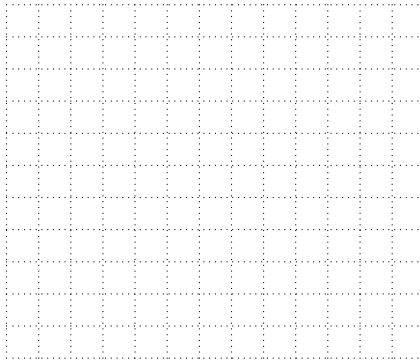
17



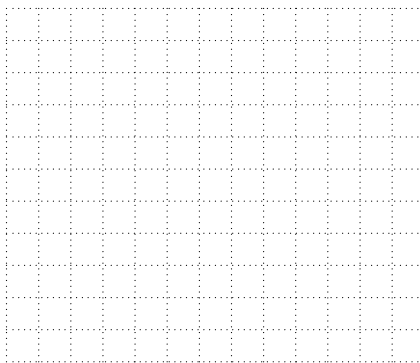
18

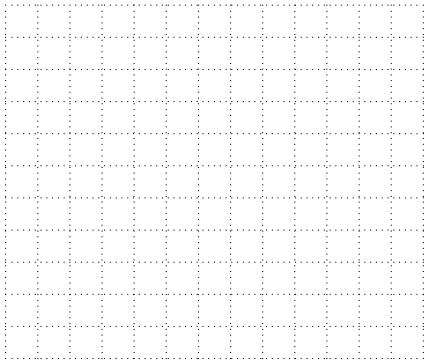


19

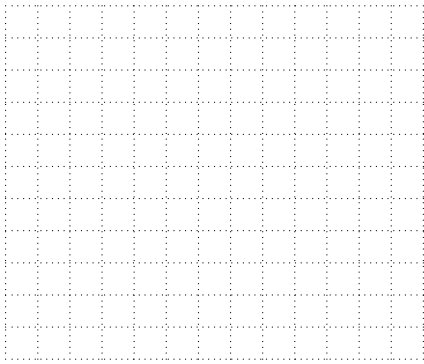
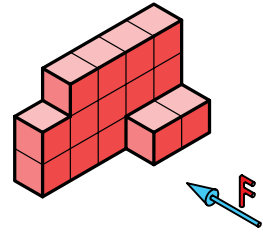


20

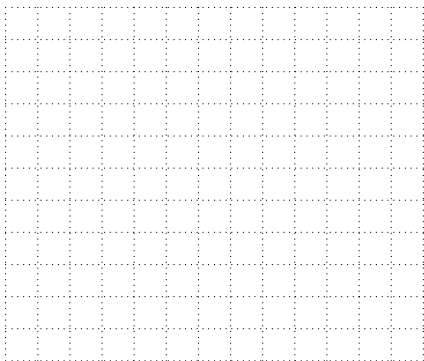
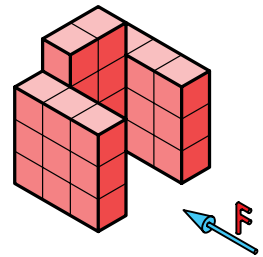




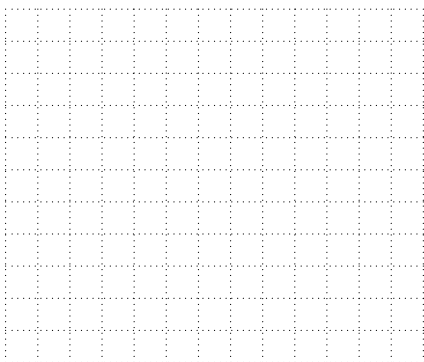
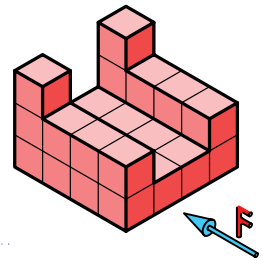
21



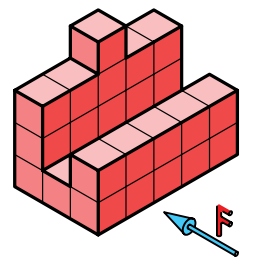
22



23



24



### ◀ شیب‌های نوع اول

ممکن است تغییر شکل در اجسام به صورت کج یا مایل اتفاق بیفتد. مثل شکل (۳-۱۴) در این جا ترسیم نماهای اجسامی دارای سطوح شیب‌دار پیش خواهد آمد.



(a)



(b)

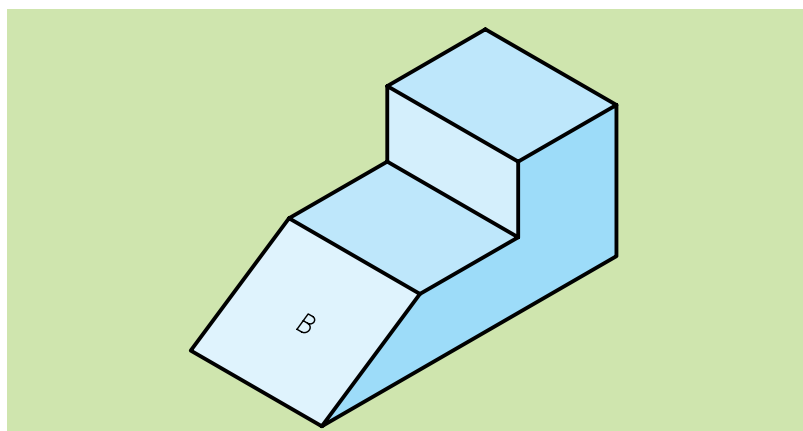


(c)



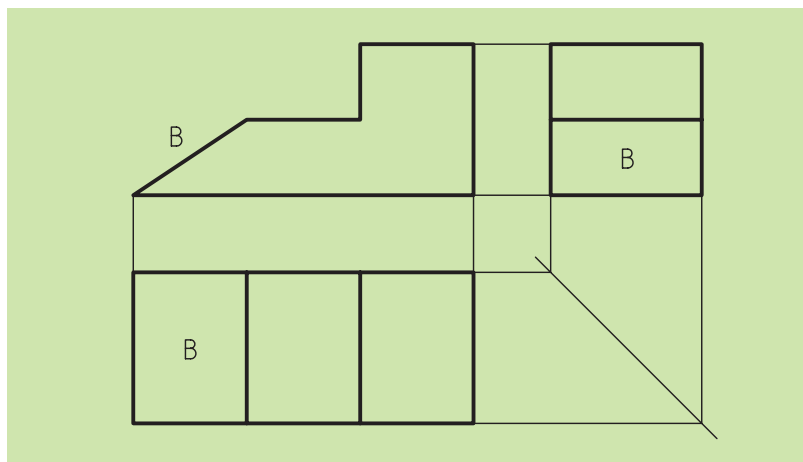
(d)

شکل ۳-۱۶



شکل ۳-۱۴

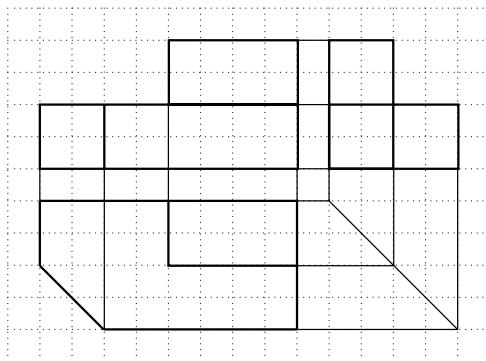
حال برای تصویربرداری از این اجسام مانند گذشته عمل می‌کنیم، با این تفاوت که برای یافتن مقدار سطح شیب‌دار در نماهای مختلف باید از خطوط رابط و کمکی استفاده کنیم (شکل ۳-۱۵).



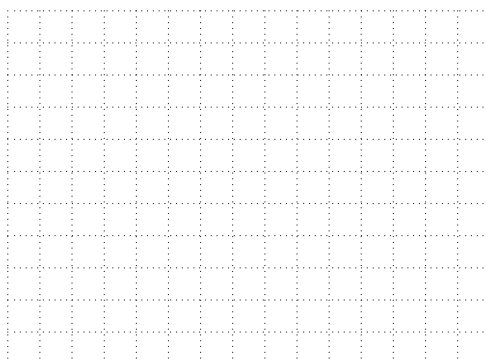
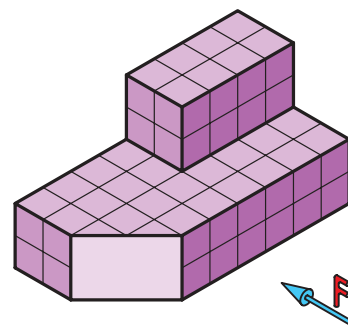
شکل ۳-۱۵

همان‌گونه که ملاحظه می‌کنید در شیب‌های نوع اول، ما در یک نما خط شیب و در دو نمای دیگر صفحه شیب را داریم که با اندازه واقعی خود یکسان نیستند. شما اجسامی را می‌بینید که دارای سطوح عمودی هستند. ولی توسط صفحات برش داده یا توسط اجسام دیگر، به آن افزوده شده است. (شکل‌های a, b, c, d ۳-۱۶)

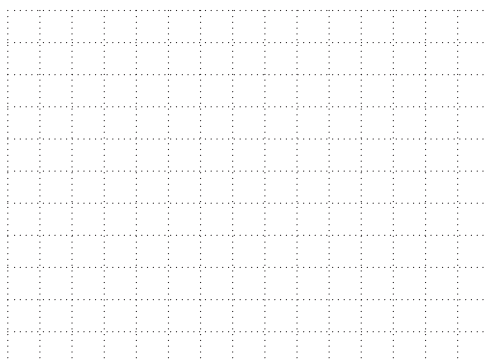
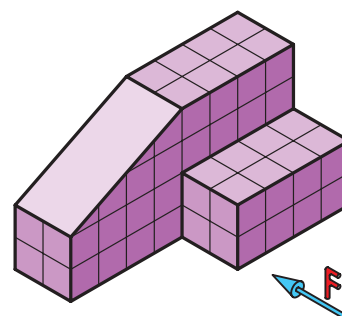
با رعایت تناسب اندازه، تصاویر سه‌گانه اجسام ۱ تا ۸ را ترسیم کنید.



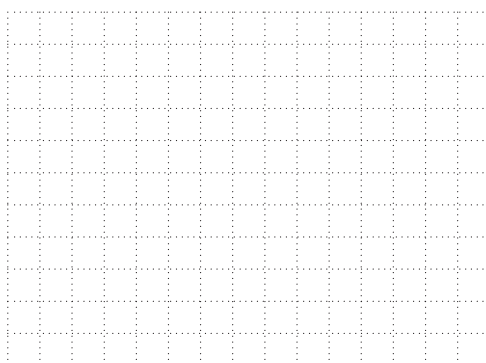
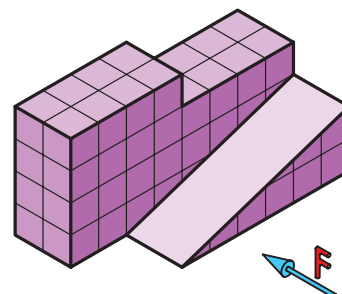
1



2



3



4

