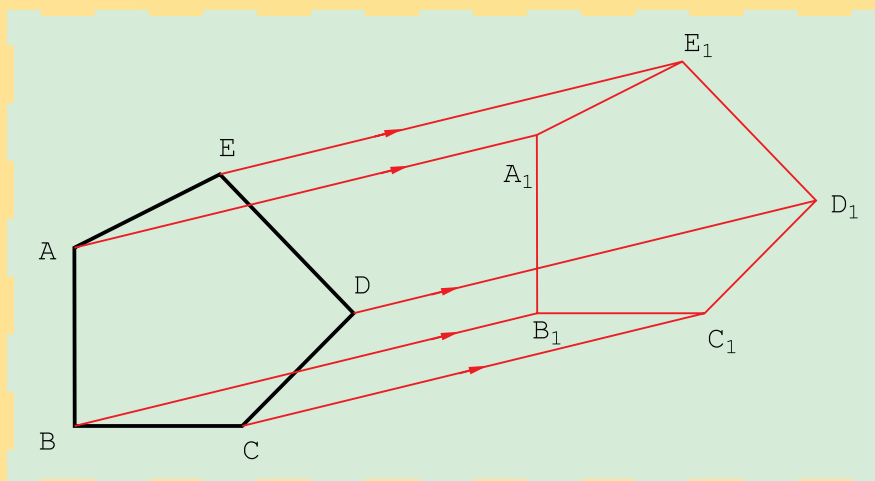


## ترسیم‌های هندسی



رسم هندسی، اساس کشیدن نقشه‌های دقیق است.

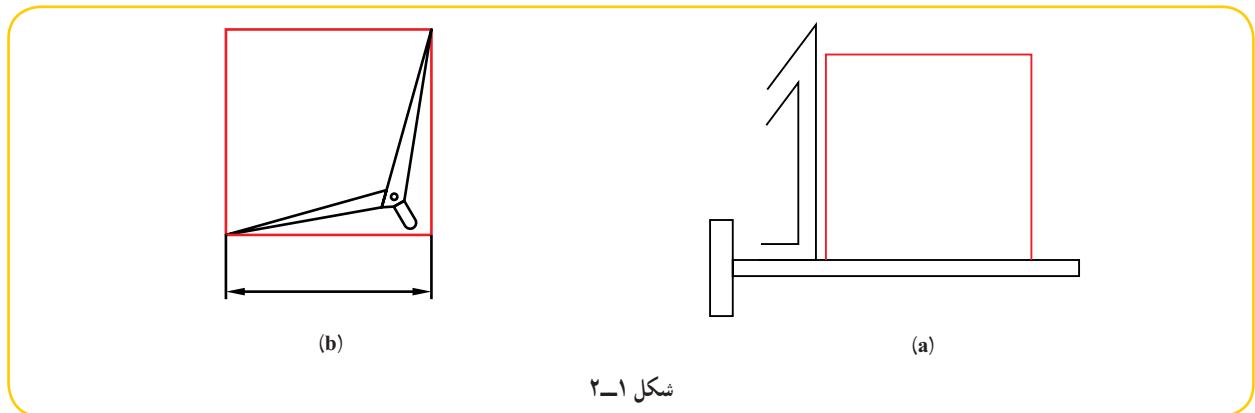
هدف‌های رفتاری: فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند:

- ۱- ترسیم‌های مفید هندسی را نام ببرد.
- ۲- کاربرد این ترسیم‌ها را در نقشه شرح دهد.
- ۳- این ترسیم‌ها را در نقشه به کار برد.

## ۱-۲- ترسیم‌های هندسی

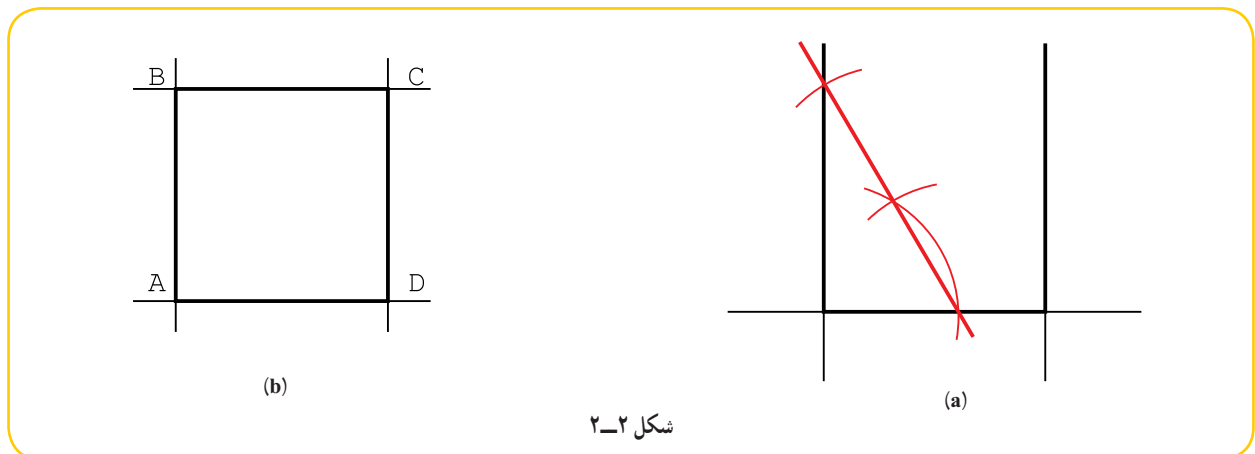
در رسم نقشه‌های دقیق باید از روش‌هایی دقیق‌تر (نسبت به تی و گونیا) استفاده کرد. ابزار کار معمولاً خط‌کش است، مانند لبه گونیا و پرگار.

با تعدادی از این ترسیم‌ها در رسم فنی عمومی آشنا شده‌اید. برای نمونه دیده‌اید که با یادگیری چگونگی رسم عمود منصف، می‌توانیم مسائل زیادی را حل و رسم کنیم. برای بررسی بهتر آزمایشی را انجام دهید. ابتدا با کمک تی و گونیا مربعی به ضلع  $100^\circ$  رسم کنید. آنگاه به کمک پرگار تقسیم دو قطر آن را اندازه بگیرید (مقایسه کنید). چرا آن‌ها دقیقاً برابر نیستند؟



دلیل آن احتمالاً دقیق نبودن زاویه  $90^\circ$  در گونیاست. اکنون دوباره همین مربع را به روش ترسیم هندسی انجام دهید.  
روش کار:

- پاره خطی به طول  $100^\circ$  رسم کنید.
- بر هر یک از دو سر آن خطی عمود کنید (به روش گفته شده در رسم فنی عمومی).
- مربع را تکمیل کنید (شکل ۲-۲).



۱- بهترین آزمایش برای بررسی دقت یک مربع یا مستطیل، اندازه‌گیری قطرهایست، که اگر با هم برابر باشند مربع یا مستطیل دقیق است.

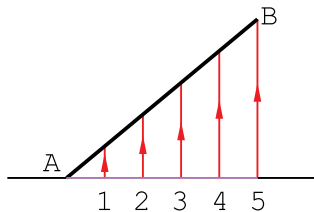
اکنون، دوباره قطرها را بررسی کنید. نتیجه چیست؟  
اینک چند ترسیم مفید و کاربرد آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

## ۲-۲- تقسیم پاره خط

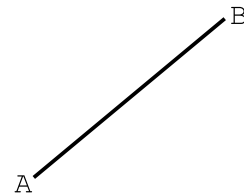
پاره خط  $AB$  را به  $n$  قسمت مساوی تقسیم کنید<sup>۱</sup>.

۱- تعداد تقسیم را ۵ در نظر می‌گیریم.

۲- ابتدا از  $A$  خطی دلخواه رسم می‌کنیم (شکل ۲-۳).



(b)



(a)

شکل ۲-۳

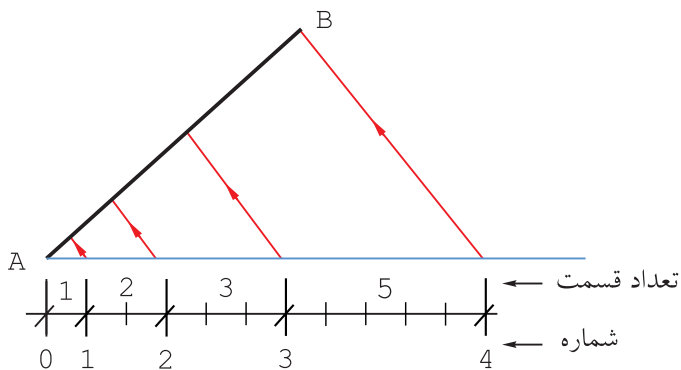
۱- روی این خط با پرگار تقسیم، ۵ قسمت مساوی به طول دلخواه جدا شد.

۲- از ۵ به  $B$  وصل شد.

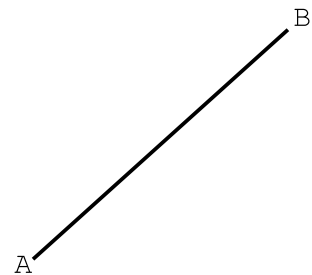
۳- از نقطه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ خط‌هایی موازی با  $\overline{5B}$  کشیده شد<sup>۲</sup>.

۴- پاره خط  $AB$  را به نسبت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ تقسیم کنید (شکل ۲-۴).

۵- از  $A$  خط دلخواهی رسم شد.



(b)



(a)

شکل ۲-۴

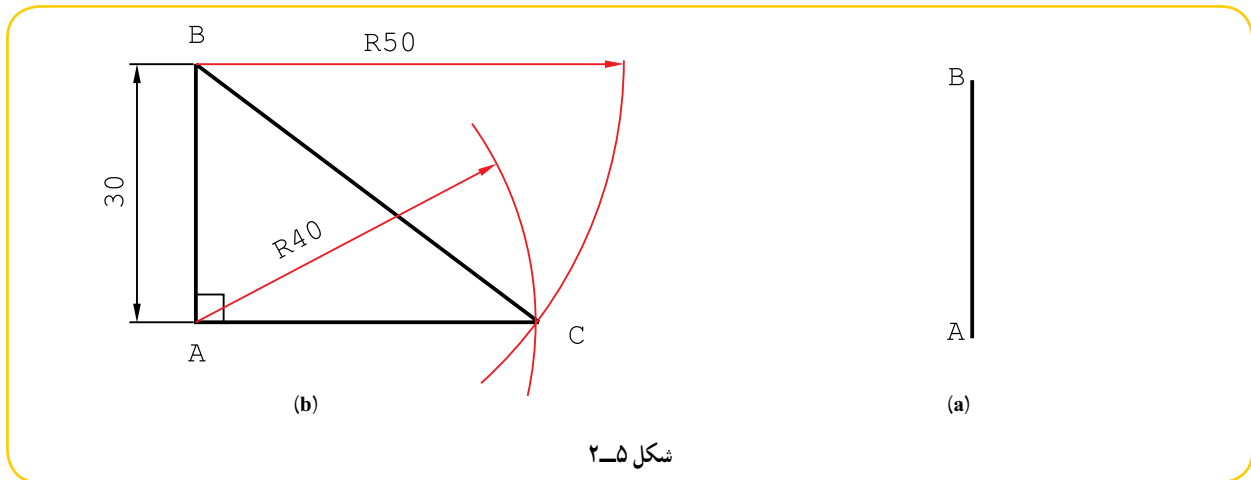
۱- این کار بر اساس قضیهٔ تالس انجام می‌شود.

۲- همان‌طور که می‌دانید، می‌توان این خط‌های موازی را به کمک دو گونیا و خیلی دقیق رسم کرد.

- از روی آن به کمک پرگار تقسیم، جمعاً ۱۱ قسمت مساوی جدا شد (مجموع نسبت‌ها)
- از ۴ به B وصل شد.
- از ۱ و ۲ و ۳ موازی با  $\overline{B}$  خط رسم شد.

### ۲-۳- رسم قائمه

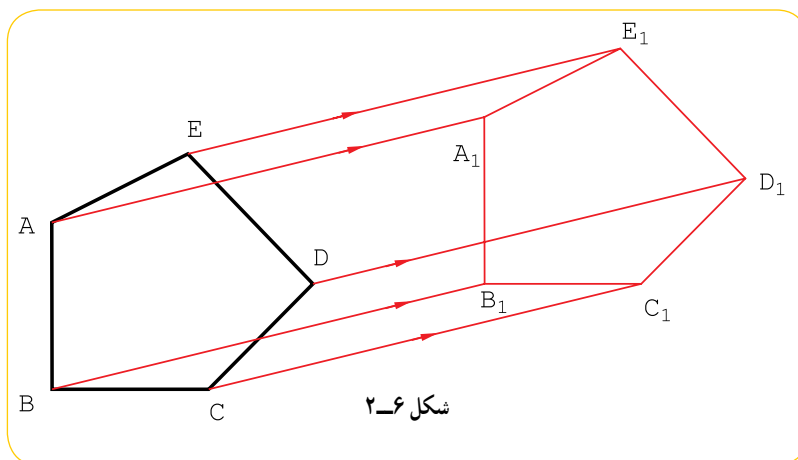
می‌خواهیم یک زاویه  $90^\circ$  درجه دقیق روی ورق فلزی رسم کنیم. برای این کار می‌توان مثلثی با سه ضلع به نسبت‌های ۳ و ۴ و ۵ ساخت که یک مثلث راست گوشه دقیق خواهد بود.  
روش کار: خط دلخواهی رسم می‌کنیم و روی آن پاره‌خطی به طول  $3^\circ$  جدا می‌کنیم و آن را  $\overline{AB}$  می‌نامیم<sup>۲</sup> (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵

- به شعاع  $4^\circ$  از A و به شعاع  $5^\circ$  از B کمان می‌زنیم.
- اگر A را به C وصل کنیم، زاویه A برابر  $90^\circ$  درجه و با دقت زیاد خواهد بود<sup>۲</sup>.

### ۲-۴- انتقال



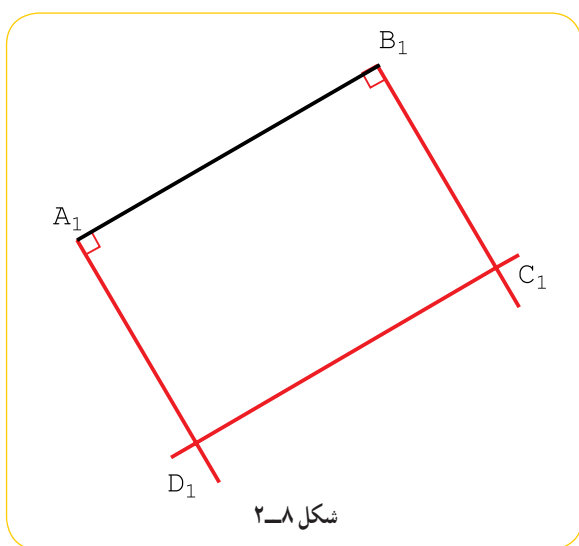
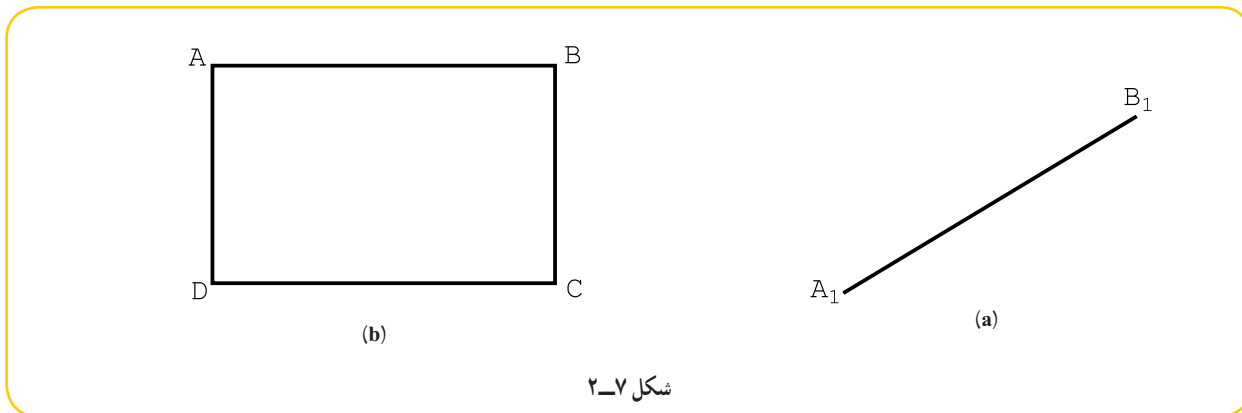
شکل ۲-۶

می‌توان شکلی معین را در صفحه، با حرکت مستقیم یا چرخاندن به هر جای دیگر منتقل کرد به گونه‌ای که تغییری نکند. چند ضلعی ABCDE را در نظر می‌گیریم. اگر همه نقاط آن را در یک جهت معین و با اندازه‌ای مساوی انتقال دهیم به یک چند ضلعی مساوی با آن می‌رسیم (شکل ۲-۶).

- ۱- این یک مسئله اساسی برای رسم زاویه‌های  $90^\circ$  درجه دقیق روی ورق یا جای دیگر است.
- ۲- می‌توان هر سه عدد ۳ و ۴ و ۵ را در یک عدد ضرب کرد که در این نمونه آن‌ها در ۱ ضرب شدند.
- ۳- این مسئله می‌تواند مبنای ترسیم شکل‌هایی مانند مربع و مستطیل روی ورق باشد.

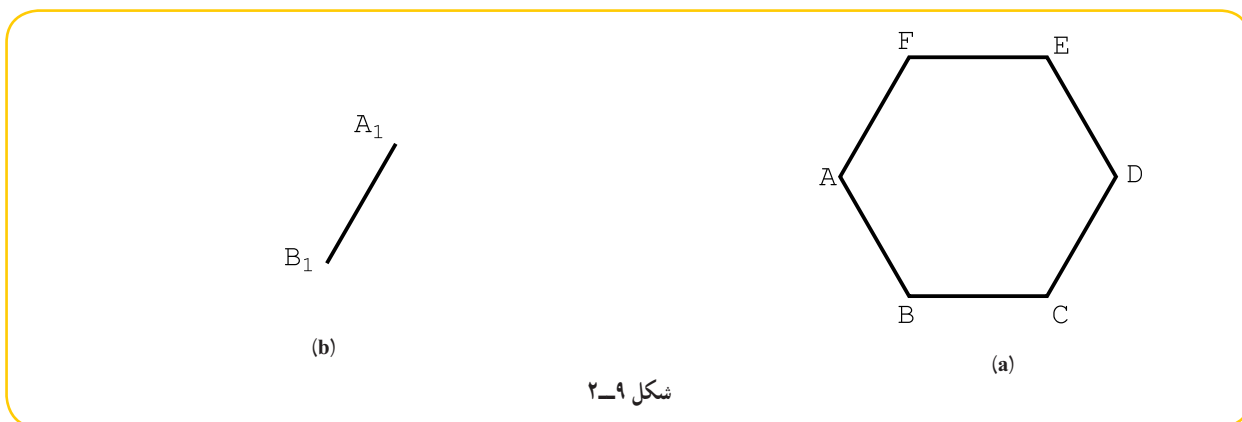
پس  $A_1B_1C_1D_1E_1$   $ABCDE$  اگر  $ABCDE$  را به دور یک نقطه معین هم بچرخانیم، باز به همین نتیجه می‌رسیم. به این ترتیب اگر تنها دو نقطه از شکل جدید مانند  $A_1$  و  $B_1$  را داشته باشیم، می‌توانیم بقیه شکل را کامل کنیم.

۱- ضلع  $AB$  از مستطیل  $ABCD$ ، پس از یک انتقال (به همراه چرخش)، مطابق شکل  $a$  ۷-۲ و به صورت  $A_1B_1$  است. شکل را کامل کنید.

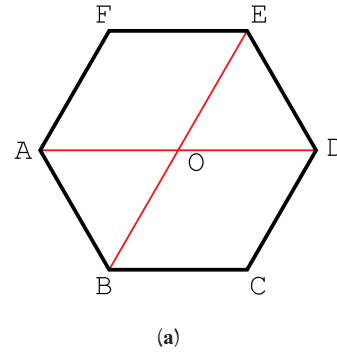
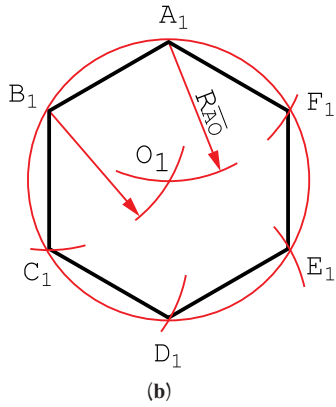


ساده‌ترین کار آن است که دو عمود در  $A_1$  و  $B_1$  بر خط  $A_1B_1$  وارد و روی آن‌ها، به اندازه  $\overline{AD}$  جدا کنیم. آنگاه شکل را کامل نماییم (شکل ۸-۲).

۲- ضلع  $A_1B_1$  از یک شش‌بر پس از انتقال، مشخص شده است، شکل را کامل کنید؟ (شکل ۹-۲)



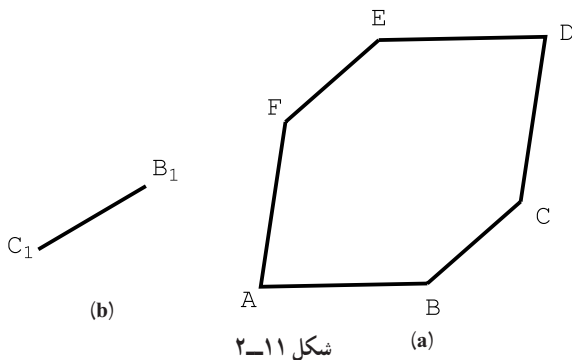
این کار به صورت‌های گوناگون ممکن است. برای نمونه:  
 - در شکل اصلی،  $A$  به  $D$  و  $B$  به  $E$  وصل شود.  
 - مرکز دایره محیطی مشخص شود (شکل a ۲-۱۰).



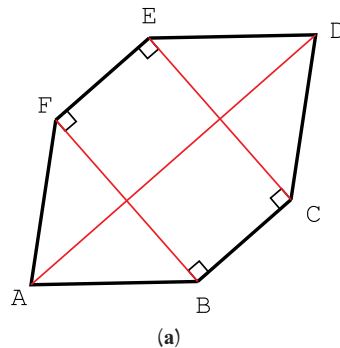
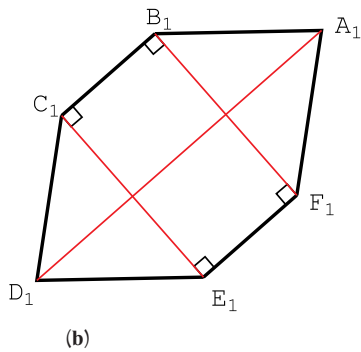
شکل ۲-۱۰

- از نقطه‌های  $A_1$  و  $B_1$  دو کمان به شعاع  $AO$  زده شود تا  $O_1$  به دست آید.  
 - با زدن دایره به مرکز  $O_1$  و شعاع  $O_1A_1$ ، شش ضلعی ساخته می‌شود.

۳- از شکل  $ABCDEF$ ، انتقال یافته  $\overline{BC}$  به صورت  $B_1C_1$  در دست است. شکل را کامل کنید (شکل ۲-۱۱).  
 - می‌توان  $D$  را به  $A$  و  $C$  را به  $E$  و  $B$  را به  $F$  وصل کرد.  
 - دیده می‌شود که  $\overline{EC}$  و  $\overline{FB}$  هر دو بر  $\overline{BC}$  عمودند و  $\overline{AD}$  هم با  $\overline{BC}$  موازی است.  
 - دو خط بر  $B_1C_1$  در نقطه‌های  $B_1$  و  $C_1$  عمود می‌شود.  
 - اندازه‌ها با پرگار تقسیم منتقل خواهد شد (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۱

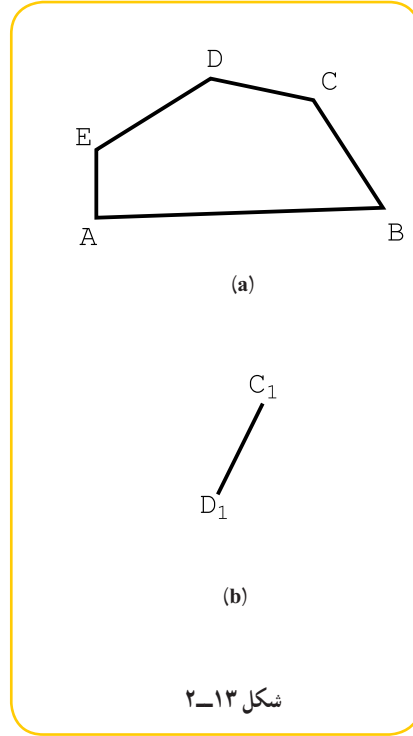
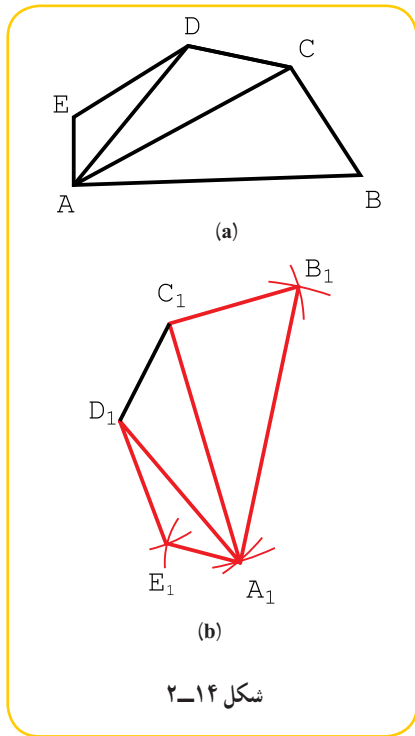


شکل ۲-۱۲

۱- به جهت گردش شکل هم توجه داشته باشید.

۴- از یک پنج‌ضلعی غیر منتظم ABCDE جای جدید ضلع  $\overline{D_1C_1}$  مشخص شده است. شکل را کامل کنید (شکل ۲-۱۳).

روش کلی برای حل این گونه مسائل، روش مثلث‌بندی است. پس اولین کار تجزیهٔ ABCDE به چند مثلث است (شکل ۲-۱۴).



- دهانهٔ پرگار تقسیم را به اندازهٔ  $\overline{DA}$  باز می‌کنیم و به مرکز  $D_1$  کمان می‌زنیم.
- با اندازهٔ  $\overline{AC}$  و به مرکز  $C_1$  کمان می‌زنیم،  $A_1$  به دست می‌آید.
- با اندازهٔ  $\overline{CB}$  یک کمان به مرکز  $C_1$  و به اندازهٔ  $\overline{AB}$  کمانی به مرکز  $A_1$  می‌زنیم،  $B_1$  مشخص می‌شود.
- به مرکز  $D_1$  و با شعاع  $\overline{DE}$  و به مرکز  $A$  و به شعاع  $\overline{AE}$  هم کمان زدیم تا  $E_1$  مشخص شد.

### گزیدهٔ مطالب

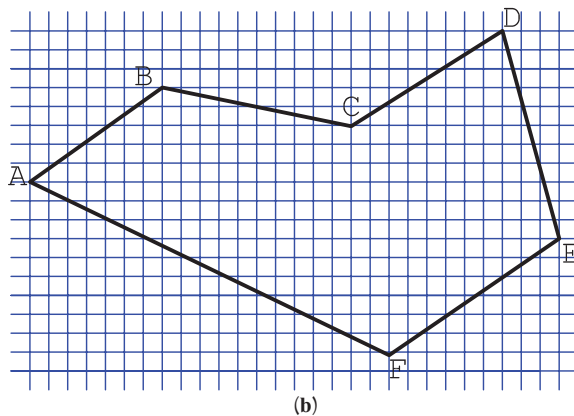
- ۱- به کمک ترسیمات هندسی می‌توان شکل‌های دقیق رسم کرد. (مثلاً برای ساخت)
- ۲- می‌توان زاویهٔ  $90^\circ$  درجه را با استفاده از مثلث قائم الزاویه‌ای با سه ضلع به اندازه‌های ۳ و ۴ و ۵ ساخت.
- ۳- می‌توان یک شکل را بدون تغییر به هر جای صفحه منتقل کرد.

## ارزشیابی نظری

- ۱- می‌خواهیم یک مستطیل دقیق با طول و عرض معین بسازیم. روش کار چیست؟
- ۲- دقت یک قاب مربع ساخته شده را چگونه تعیین کنیم؟
- ۳- یک چهارچوب برای در ساخته شده است. دقت آن چگونه بررسی می‌شود؟
- ۴- چگونگی تقسیم یک پاره‌خط به نسبت‌های ۲ و ۵ و ۷ را با رسم شکل شرح دهید.
- ۵- می‌خواهیم یک شکل را به‌جای دیگر منتقل کنیم. اصول کار را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۶- باید روی یک ورق فلزی، زاویه‌ای  $90^\circ$  درجه رسم شود. روش کار چیست؟

## ارزشیابی عملی

- ۱- پاره‌خطی به طول ۸۳ را به ۵ قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۲- پاره‌خط ۹۷ میلی‌متری را به نسبت‌های ۱ و ۲ و ۳ بخش کنید.
- ۳- خطی رسم کنید که دقیقاً با محیط دایره به قطر ۳۶ برابر باشد. سپس آن را به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۴- پس از رسم یک زاویه  $90^\circ$  درجه دقیق، آن را به ۶ قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۵- یک دکل فولادی با ۶ کابل نگهداری شده است. فاصله سه کابل بلند از پای دکل  $40^\circ$  متر و فاصله سه کابل کوتاه ۲۵ متر است. اگر کابل بلند در ارتفاع  $50^\circ$  و کابل کوتاه در بلندی ۲۰ متر متصل باشند، طول کلی کابل چند متر است؟
- توجه: مسئله باید با مقیاس مناسب رسم شود و پاسخ به کمک اندازه‌گیری به دست آید.
- ۶- ابتدا پنج ضلعی ABCDE را در دایره‌ای به قطر ۶۸ بسازید ( $\overline{AB}$  افقی باشد).
- آنگاه در فاصله‌ای مناسب،  $\overline{A_1B_1}$  را با زاویه  $60^\circ$  درجه نسبت به  $\overline{AB}$  رسم و ۵ ضلعی را منتقل کنید.
- ۷- در شکل ۲-۱۵ چندضلعی ABCDEF داده شده است.  $\overline{A_1B_1}$  معلوم است، آن را منتقل کنید.

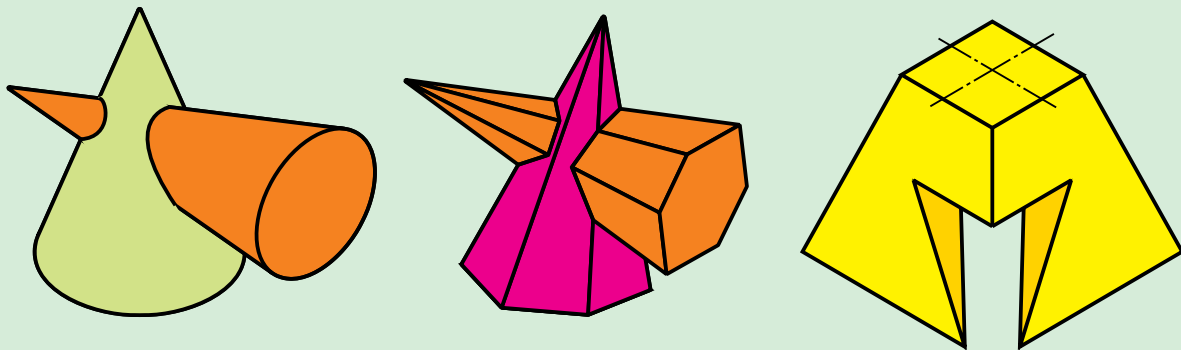


شکل ۲-۱۵

توجه: هر مربع را برابر  $10^\circ$  بگیرید.



## هندسه ترسیمی



پایه اصلی نقشه‌کشی، هندسه ترسیمی است.

هدف‌های رفتاری: فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند:

- ۱- هندسه ترسیمی را تعریف کند.
- ۲- کاربردهای هندسه ترسیمی را شرح دهد.
- ۳- صفحه‌های تصویر را معرفی کند.
- ۴- تصویرهای نقطه را تعیین کند.
- ۵- نماهای انواع خط را رسم کند.
- ۶- اندازه واقعی خط را تعیین کند.
- ۷- اندازه واقعی صفحه را تعیین کند.

## ۱-۳- هندسه ترسیمی

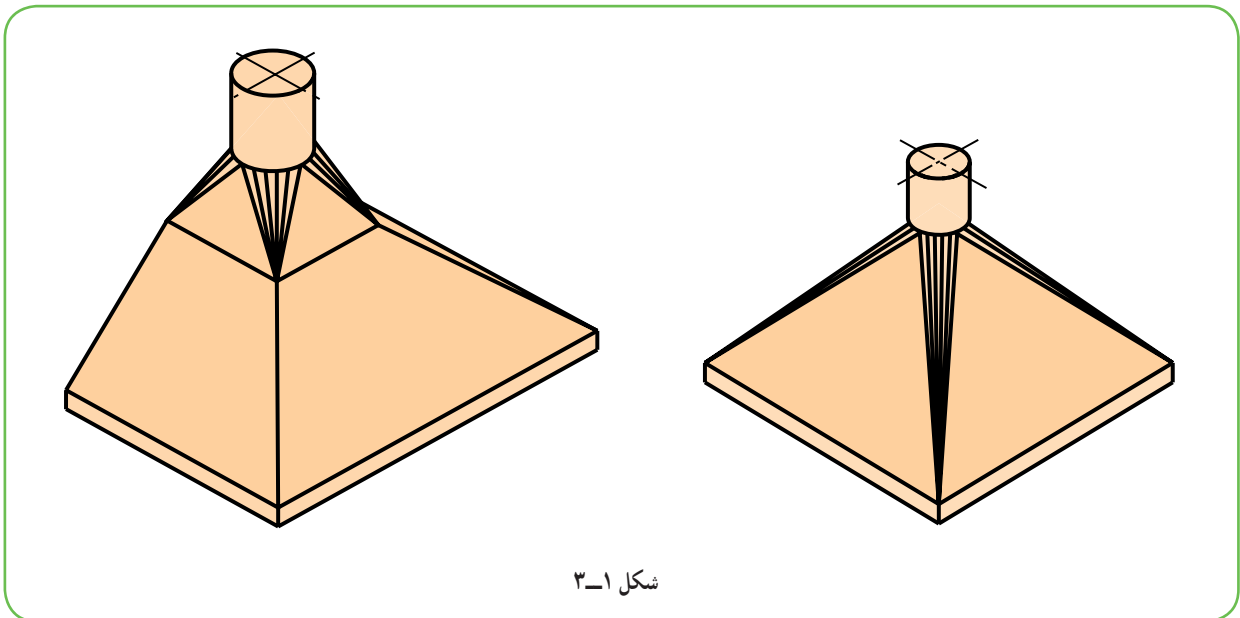
هندسه ترسیمی شاخه‌ای از هندسه است که در آن اجسام را با نماهای دو بعدی نمایش می‌دهند. رسم فنی یا نقشه‌ای که با آن آشنا هستید در حقیقت همان هندسه ترسیمی است. البته ما تاکنون بیشتر به رسم تصویر از اجسام پرداخته‌ایم و راجع به اجزای به‌وجودآورنده آن‌ها، یعنی نقطه، خط و صفحه، بحثی نداشته‌ایم.

تجربه ثابت می‌کند که اگر ما با دقت به این جزئیات و ویژگی‌های آن‌ها توجه کنیم، قادر می‌شویم مسائل پیچیده‌تر را نیز حل کنیم. از طرف دیگر حل برخی از مسائل بدون دانستن اطلاعات اضافی ممکن نیست. به هر حال، به دو دلیل اصلی از پرداختن به هندسه ترسیمی ناگزیر هستیم:

۱- تعیین اندازه‌های واقعی اجزای یک قطعه برای ساخت آن.

۲- رسم خط‌هایی در نقشه که به سادگی قابل ترسیم نیستند.

در شکل ۱-۳ یک هواکش (یا دودکش) دیده می‌شود.



شکل ۱-۳

این هواکش با توجه به نقشه ساده آن به هیچ وجه قابل ساخت نیست. افزون بر آن که ترسیم نقشه آن هم مشکلاتی را به همراه خواهد داشت.

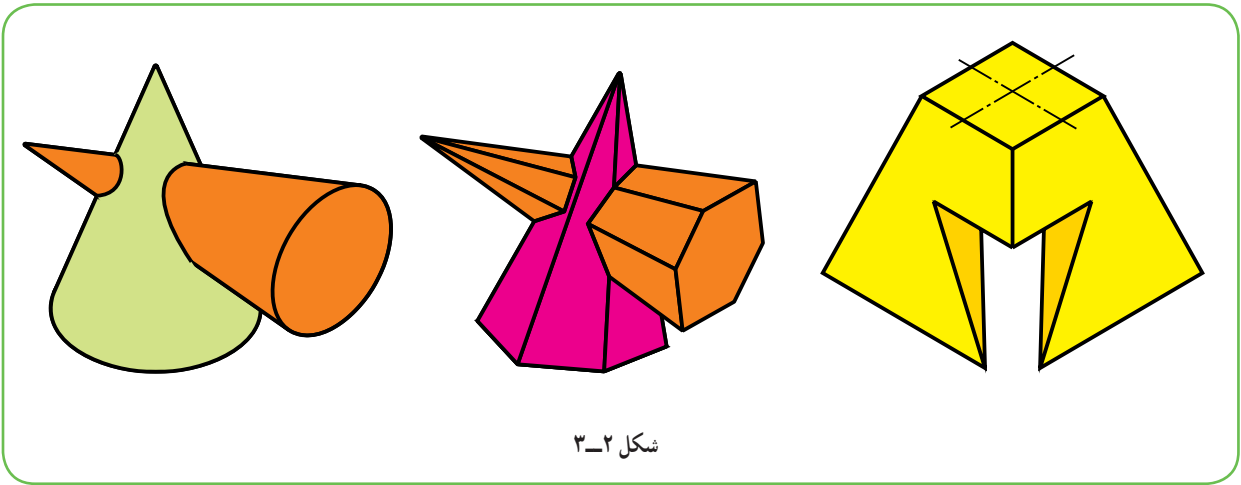
۱-۳-۱-۱- تعریف: هندسه ترسیمی مجموعه روش‌هایی است که به کمک آن‌ها می‌توان اجسام سه بعدی را روی دو صفحه دو بعدی و با اندازه واقعی نمایش داد.

بنابراین می‌توان مسائل هندسه فضایی را به صورتی دقیق رسم و حل کرد.

۱-۳-۱-۲- کاربردهای هندسه ترسیمی: با توجه به دو نمونه زیر، به لزوم فرا گرفتن هندسه بی می‌بریم.

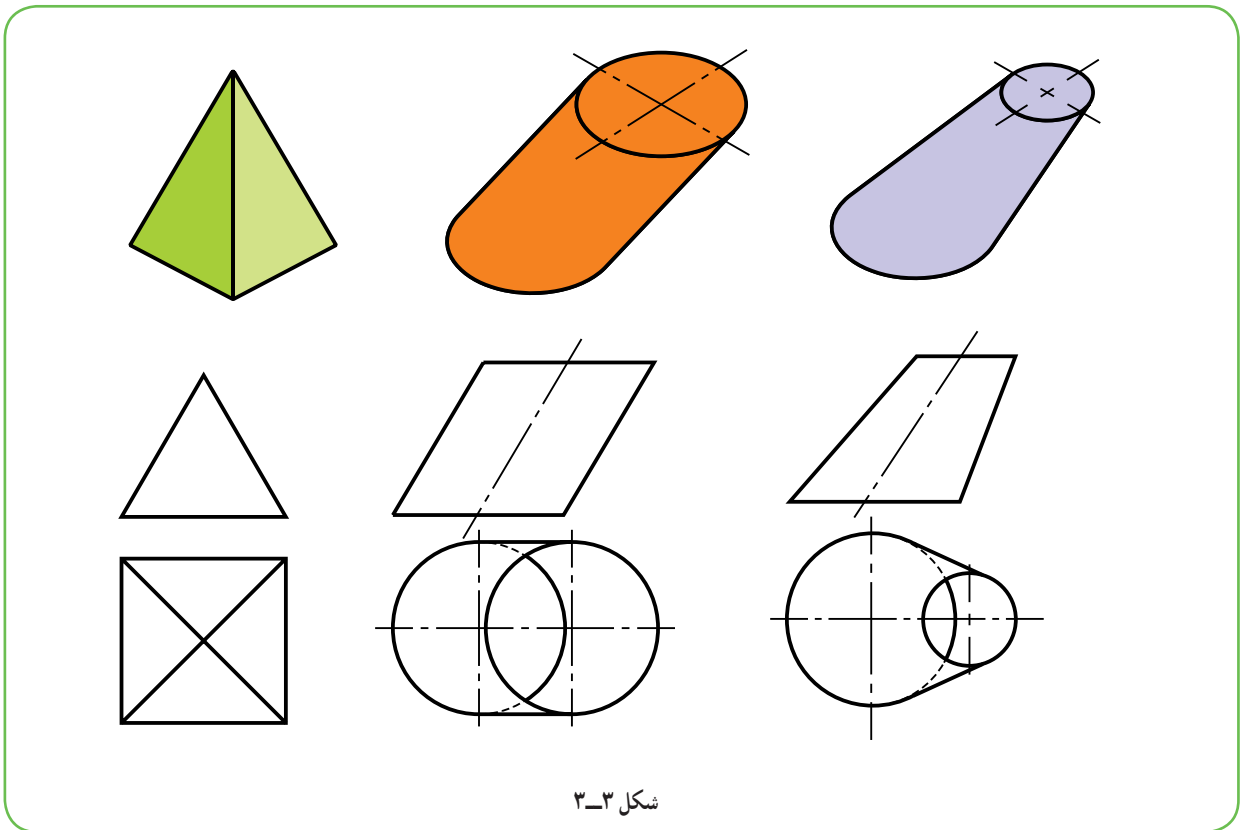
الف) با آن که ما اصول ترسیم را می‌دانیم و می‌توانیم از خط‌های کمکی استفاده کنیم، نمی‌توانیم نماهای لازم از اجسام معرفی

شده در شکل ۲-۳ را رسم کنیم. چرا؟ زیرا راجع به نقطه، خط و صفحه و خواص آن‌ها اطلاعات کافی نداریم.



شکل ۲-۳

ب) می‌خواهیم از یک ورق نازک مانند مقوا یا گالوانیزه، اجسام داده شده در شکل ۳-۳ را بسازیم.



شکل ۳-۳

دیده می‌شود که برای ساخت آن‌ها نیز آگاهی‌های ما کافی نیست. به این ترتیب مختصری از هندسه ترسیمی را با دو هدف مشخص دنبال می‌کنیم:

- ۱- توانایی رسم تصاویر لازم، با اندازه واقعی از هر قطعه؛
- ۲- توانایی گسترده‌تر اجسام ساخته شده از ورق بر روی سطح دو بعدی و ساخت آن‌ها.

## ۳-۲- صفحه‌های تصویر

صفحه‌های افقی و عمودی و جانبی تصویر را می‌شناسید، با این همه به شکل ۳-۴ نگاه کنید.

– V یا F، صفحه عمودی یا روبه‌روی تصویر است.

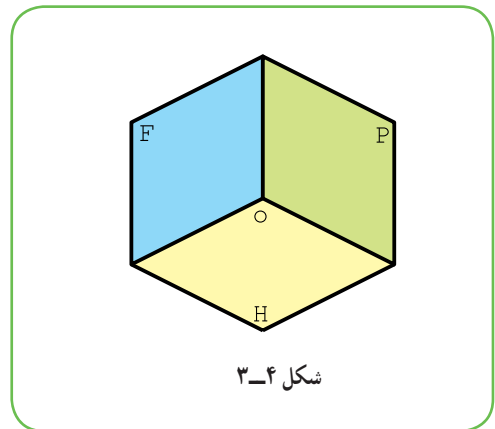
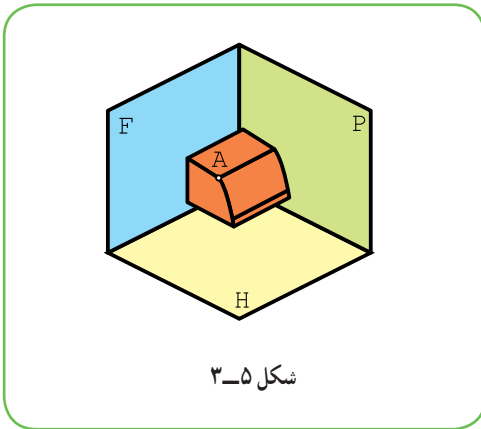
– H، صفحه افقی تصویر است.

– P، صفحه جانبی یا نیمرخ تصویر است.

این سه صفحه بر هم عمودند.

معمولاً جسم را در این فضای سه بعدی قرار می‌دهند و نماهای لازم را رسم می‌کنند. در شکل ۳-۵ یک قطعه ساده دیده

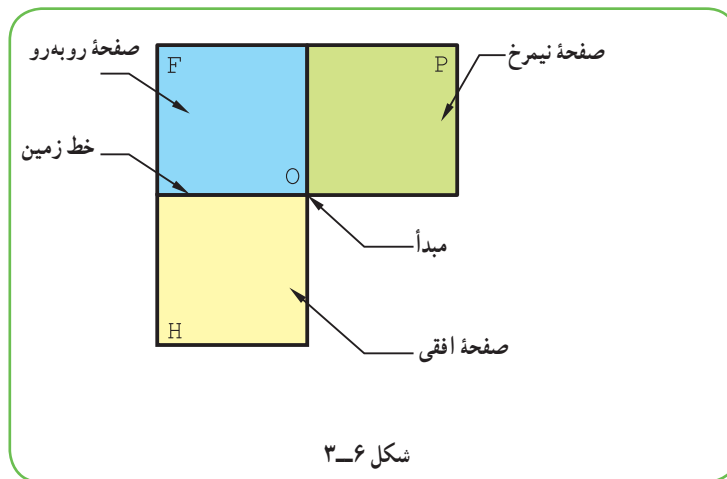
می‌شود که نقطه A از آن مشخص شده است.



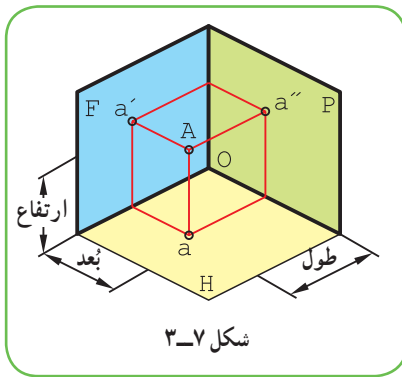
به فضای موجود بین سه صفحه F، P و H، فرجه یا ناحیه اول می‌گویند. این فضای دو بعدی کاغذ قابل گسترش

است. برای این کار باید H را به اندازه ۹۰ درجه در جهت عقربه ساعت چرخانید و در امتداد F قرار داد. صفحه P هم، پس از ۹۰

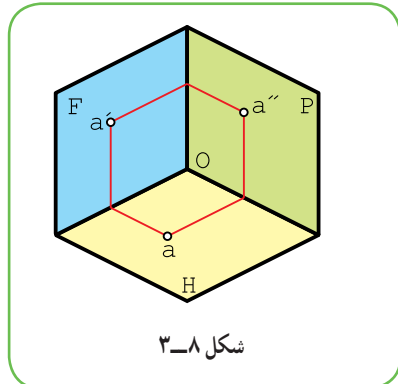
درجه چرخش، در امتداد F قرار خواهد گرفت. در نتیجه شکل ۳-۶ به دست خواهد آمد.



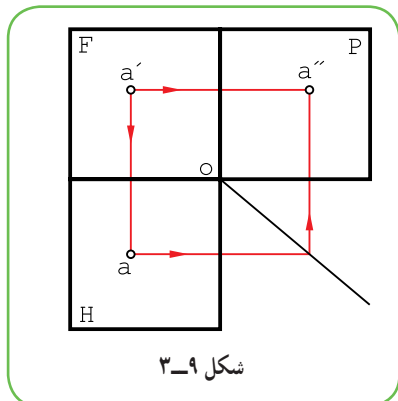
۱- فضای پشت F را ناحیه دوم و زیر آن را ناحیه سوم و چهارم می‌گویند.



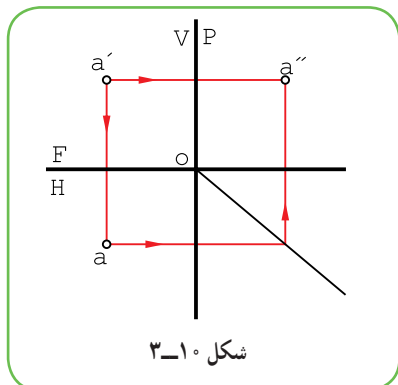
شکل ۳-۷



شکل ۳-۸



شکل ۳-۹



شکل ۳-۱۰

۱-۲-۳- تصویرهای نقطه: در شکل ۳-۷، با حذف جسم، تنها نقطه

A در نظر گرفته شده است.

قراردادهای زیر مورد پذیرش است:

- نمایش نماهای نقطه با حروف کوچک؛

- نام گذاری نمای افقی با حرف ساده مانند a؛

- نام گذاری نمای روبه‌رو با همان حرف و با علامت پریم مانند a'؛

- نام گذاری نمای نیم‌رخ با همان حرف و با علامت زگنדר و مانند a''؛

- نمایش نقطه در فضا با حرفی مانند A و نمایش ترسیمی آن با aa'a''، اگر

سه نما لازم باشد و اگر دو نما مثل روبه‌رو و افقی کافی باشد با aa'؛

- برخورد F و H خط زمین است با علامت اختصاری FH؛

- فاصله نقطه تا F، بُعد نقطه است؛

- فاصله نقطه تا H، ارتفاع نقطه است؛

- فاصله نقطه تا P، طول نقطه است.

به این ترتیب، می‌توان یک نقطه فضایی را با فاصله‌هایش از این سه صفحه

مبنا کاملاً معین کرد. در شکل ۳-۸، خود نقطه A حذف شده و فقط تصویرهایش

باقی مانده است.

با چرخاندن صفحه‌های تصویر، وضعیت نماهای نقطه مطابق شکل ۳-۹

است.

برای ساده‌تر شدن شکل، می‌توان از رسم حاشیه‌های صفحه‌ها خوداری کرد.

پس اگر سه نما مورد نظر باشد شکل ۳-۱۰ کافی است، که آن را «نقشه» گویند.

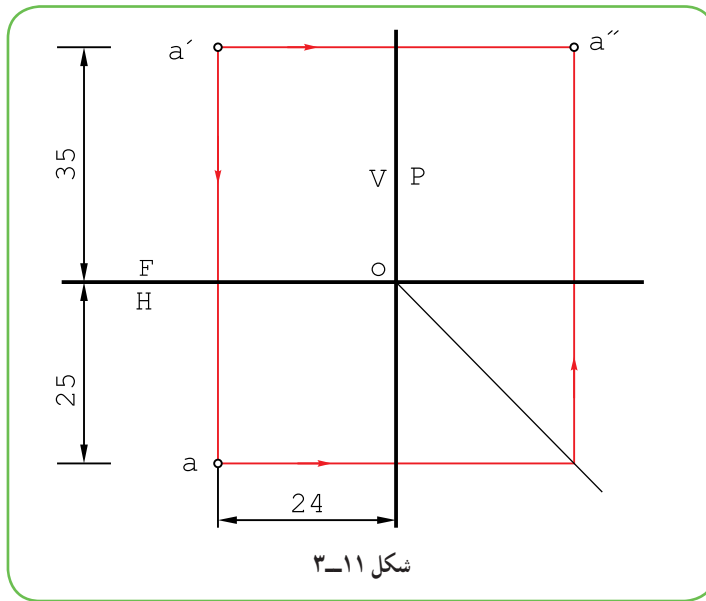
یک نقطه را می‌توان با سه اندازه طول، بعد و ارتفاع معرفی کرد؛ مانند نقطه

(۲۵ و ۲۴) A، یعنی نقطه‌ای به طول ۲۴، بعد ۲۵ و ارتفاع ۳۵.

پرسش

نقطه بالا را نمایش دهید، یعنی نقشه آن را رسم کنید.

در شکل ۳-۱۱، با توجه به اندازه‌ها، نقطه نمایش داده شده است.



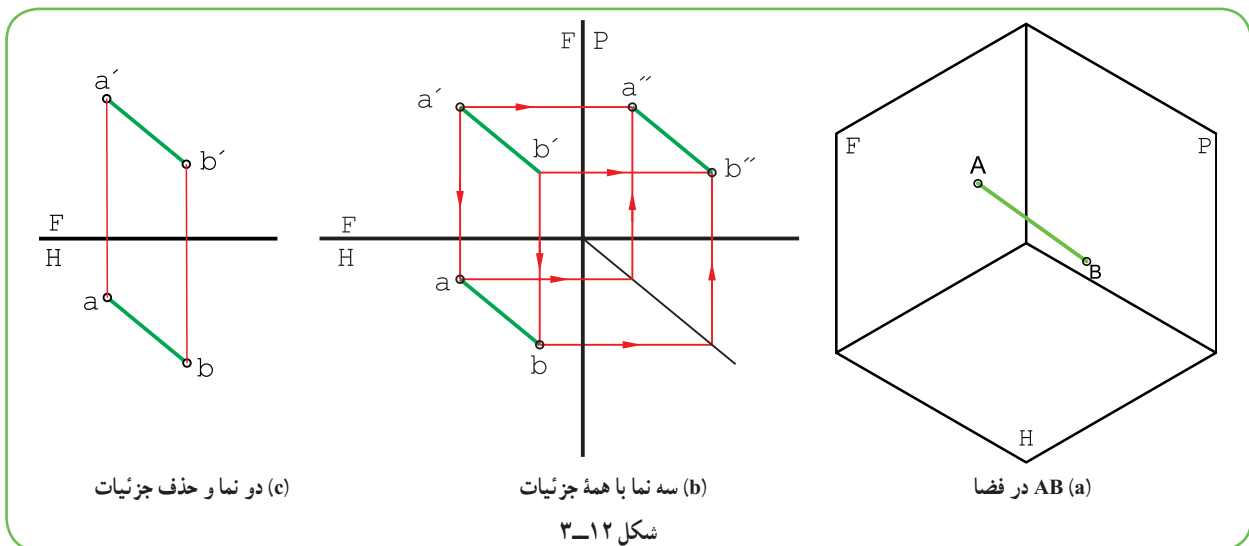
۲-۲-۳- نقطه‌های خاص : هر نقطه را که یکی یا بیشتر از اندازه‌های آن صفر باشد، نقطه خاص گوئیم. مثلاً نقطه O یعنی مبدأ، خاص‌ترین نقطه است، زیرا داریم :

° و ° و ° O اضافه می‌شود :

- همه نقاط فضا که دارای طول صفر هستند، روی P واقع‌اند.
  - همه نقاط فضا که دارای بعد صفر هستند، روی F قرار دارند.
  - همه نقاط فضا که ارتفاع صفر دارند، روی H واقع هستند.
- مجموعه نقاطی از فضا که دارای بعد و ارتفاع صفر هستند کجاست؟

### ۳-۳-۳ خط

از اتصال دو نقطه به هم خط به وجود می‌آید (شکل ۱۲-۳).



این خط در فضا  $AB$  و در نقشه " $aa'a''bb'b''$ " است، که معمولاً می‌توان به دو نمای افقی و روبه‌روی آن بسنده کرد (پس نام آن هم  $aa'bb'$  خواهد بود).

### ۳-۴- گروه‌های سه‌گانه خط

خط‌ها را، بنا به حالت‌هایی که دارند، می‌توان دسته‌بندی کرد. به شکل ۳-۱۳ نگاه کنید.

خط‌های نام‌گذاری شده، هر کدام دارای ویژگی‌های خود هستند، که از دیگران قابل تفکیک خواهند بود.

### ۳-۵- گروه یکم

آن‌هایی هستند که هر کدام بر یک صفحه عمود می‌باشند.

۳-۵-۱- خط قائم: آن است که بر  $H$  عمود باشد. پس در نمای روبه‌رو به اندازه واقعی و در نمای افقی یک نقطه خواهد شد (نمای نیم‌رخ چگونه است؟) نمونه آن  $\overline{AB}$  است.

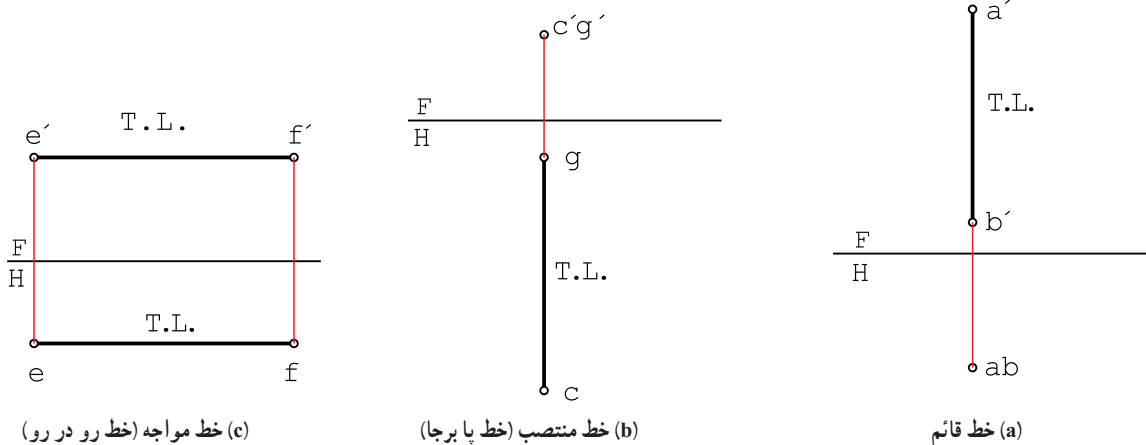
۳-۵-۲- خط منتصب: آن است که بر  $F$  عمود باشد. پس نمای

روبه‌روی آن نقطه و نمای افقی آن به اندازه واقعی خواهد بود. نمونه آن  $\overline{GC}$  است. می‌توان آن را «خط استوار یا پابرجا» هم نامید.

۳-۵-۳- خط مواجه: خطی است عمود بر  $P$  یا موازی با خط زمین. بنابراین، هم در نمای روبه‌رو و هم در نمای افقی

اندازه حقیقی دارد. خط  $\overline{EF}$  یک نمونه است در شکل ۳-۱۴،  $a$  و  $b$  و  $c$ ، هر یک از خط‌های بالا با دو نما معرفی شده‌اند.

خط مواجه را می‌توان «خط رو در رو» هم نامید.



شکل ۳-۱۴

۱- از این به بعد، خط زمین را نازک در نظر می‌گیریم (رسم آن در موارد پیشین به‌طور ضخیم برای توجه بیشتر بوده است).

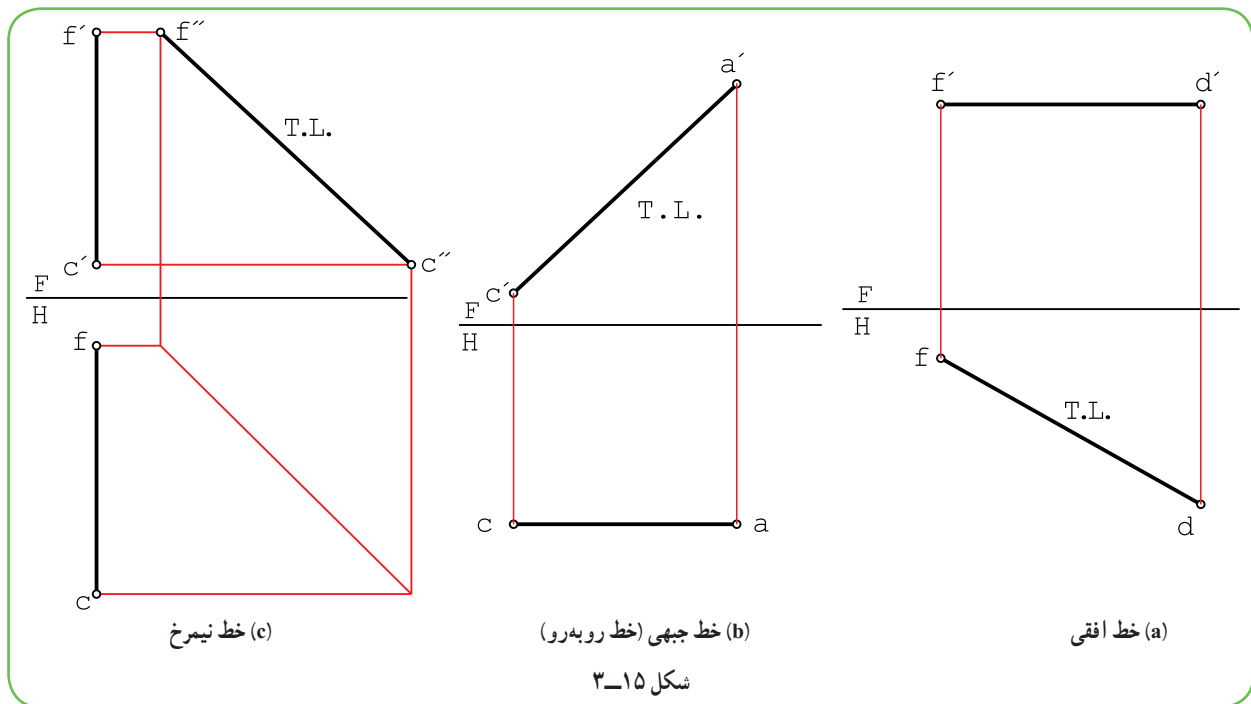
## ۳-۶- گروه دوم

خط‌هایی هستند که هر کدام با یکی از صفحه‌های تصویر موازی‌اند. در نتیجه تصویر آن‌ها، روی صفحه‌ای که با آن موازی هستند، به اندازه واقعی خواهد بود و در نماهای دیگر کوچکتر از اندازه واقعی‌اند.

۳-۶-۱- خط افقی: آن است که با  $H$  موازی باشد. پس در نمای افقی اندازه واقعی دارد و در نماهای دیگر کوچکتر خواهد بود. نمونه آن خط  $\overline{FD}$  است.

۳-۶-۲- خط جبهی: آن است که با  $F$  موازی باشد. پس در نمای روبه‌رو اندازه واقعی دارد. ولی در نماهای دیگر کوچکتر خواهد بود. نمونه آن خط  $\overline{AC}$  است. این خط را می‌توان «خط روبه‌رو» هم نامید.

۳-۶-۳- خط نیمرخ: آن است که با  $P$  موازی باشد. پس در نمای نیمرخ به اندازه واقعی است. ولی در نماهای دیگر کوچکتر خواهد شد. نمونه آن خط  $\overline{FC}$  است. در شکل ۳-۱۵ هر یک از خط‌های بالا با دو نما معرفی شده‌اند.



## ۳-۷- گروه سوم

خط غیر خاص: خطی است که ویژگی موازی بودن را هم ندارد. چون با هیچ صفحه‌ای موازی نیست و در هر سه نما کوچکتر از اندازه واقعی خواهد بود. این خط را می‌توان «خط دلخواه» هم نامید.

در جدول ۳-۱، هر هفت خط نام برده، در سه نما معرفی شده‌اند و در هر نمایی که خط دارای اندازه حقیقی است از نشانه  $T.L.$  استفاده شده است.



جدول ۱-۳- خطوط هفتگانه

<p>خط قائم</p>	<p>خط منتصب</p>	<p>خط مواجه</p>
<p>خط افقی</p>	<p>خط جبهی</p>	<p>خط نیمرخ</p>
<p>خط غیر خاص</p>	<p>خط غیر خاص</p>	

در پایان یادآوری این نکته لازم است که اندازه حقیقی از نظر ساخت هر جسم بسیار مهم است.

### ۳-۸- اندازه حقیقی خط

در مورد گروه یکم خط دیدیم که آن‌ها در دو نما اندازه واقعی دارند و در یک نما نقطه‌اند.

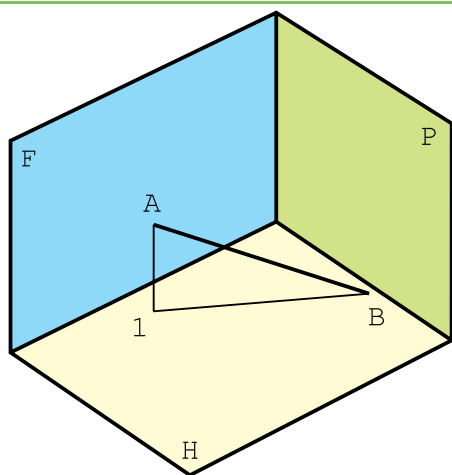
در مورد گروه دوم دیدیم که آن‌ها هر کدام در یک نما اندازه واقعی دارند.

در مورد گروه سوم که همه خط‌های دیگر را جزء آن دانستیم، هیچ کدام از نماها، اندازه واقعی ندارند، پس باید اندازه حقیقی

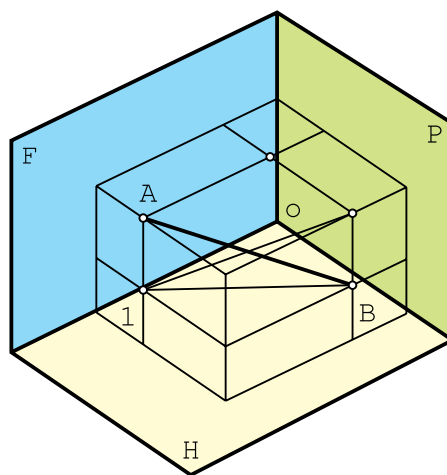
آن‌ها را با روش ساده‌ای به دست آورد برای این کار روش‌های زیادی وجود دارد که تنها به دو مورد آن‌ها اشاره می‌شود.

۳-۸-۱- چرخش: می‌توان اندازه حقیقی خط را با چرخاندن آن به دور یک محور به دست آورد. به شکل ۳-۱۶ نگاه

کنید.

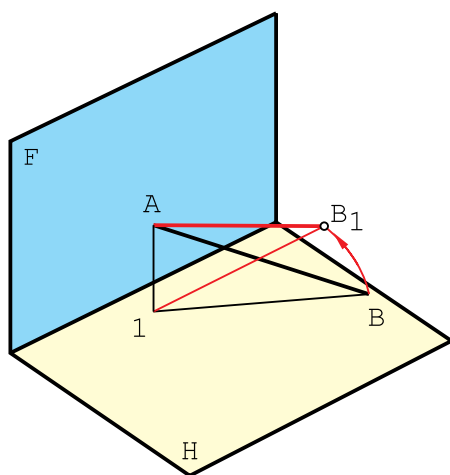


(b)



(a)

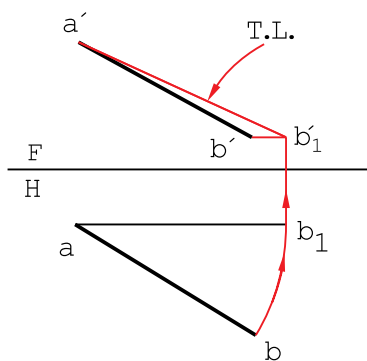
شکل ۳-۱۶



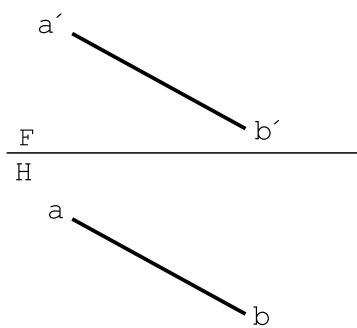
شکل ۳-۱۷

$\overline{AB}$  یک خط غیر خاص است. می توان با ثابت نگهداشتن نقطه  $A$ ، نقطه  $B$  را چنان چرخاند که  $AB$  موازی  $F$  و مانند یک خط جبهی شود. شعاع این چرخش باید برابر اندازه  $\overline{AB}$  باشد. به شکل ۳-۱۷ نگاه کنید. در آن  $\overline{AB}$  چرخیده و به حالت  $\overline{AB_1}$  در آمده است.

پس برای به دست آمدن اندازه حقیقی، روش کار «چرخش» است (شکل ۳-۱۸).



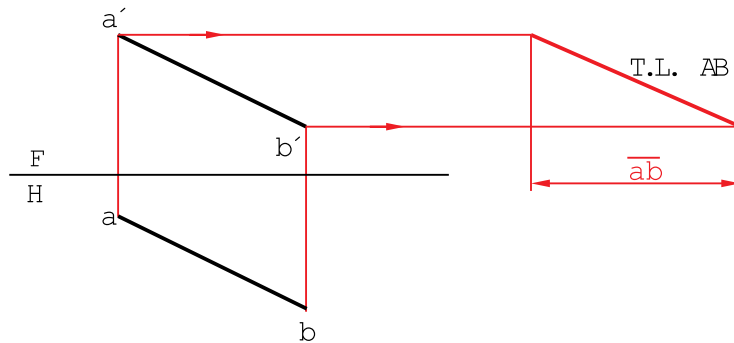
(b)



(a)

شکل ۳-۱۸

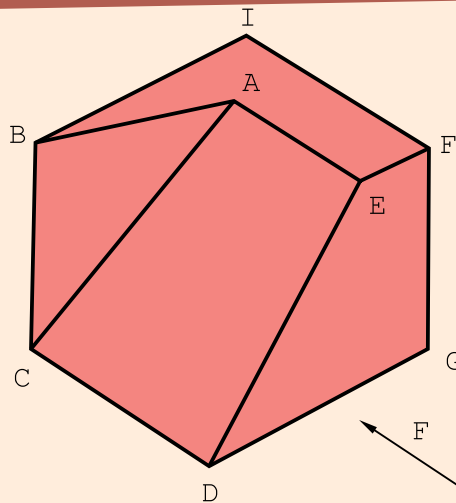
- سوزن پرگار روی  $a$  قرار می‌گیرد و مداد روی  $b$
- با چرخاندن پرگار،  $b_1$  به گونه‌ای به دست می‌آید که  $\overline{ab_1}$  موازی با  $FH$  باشد.
- از  $b_1$  رابط شد تا  $b'_1$  به دست آمد. روشن است که  $b'_1b_1$  هم باید با  $FH$  موازی باشد.
- پاره خط  $a'b'_1$  برابر اندازه حقیقی پاره خط  $AB$  در فضا است.
- ۲-۸-۳- ترسیمه: می‌توان مثلث راست گوشه‌ای ساخت که یک ضلع آن طول تصویر افقی و یک ضلع آن اختلاف ارتفاع دو نقطه و وتر آن اندازه واقعی باشد. پس روش کار به دست می‌آید.
- دو خط به کمک تی از  $a'$  و  $b'$  رسم شد (شکل ۱۹-۳).



شکل ۱۹-۳

- در جایی مناسب یک خط عمودی کشیده شد.
- پاره خطی برابر  $ab$  جدا شد.
- اندازه حقیقی، یعنی T.L. به دست آمد.

### پرسش

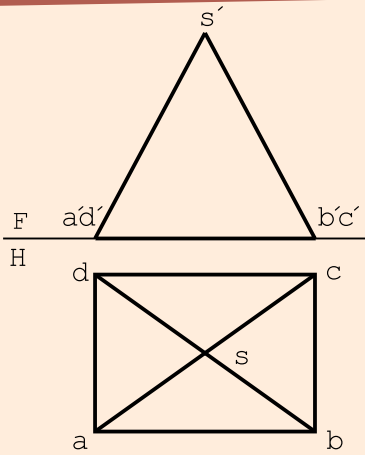


به شکل ۲۰-۳ نگاه کنید.  
تعداد هر خط موجود در جسم چند است؟

شکل ۲۰-۳

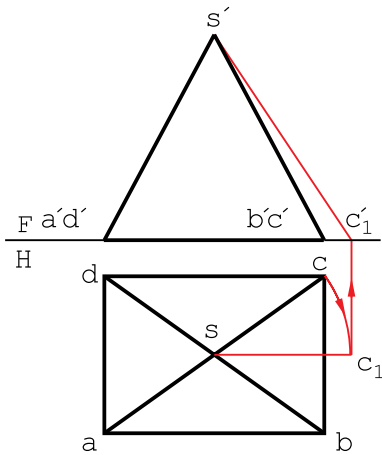
**پاسخ:** با در نظر گرفتن شرایط هر خط متوجه خواهیم شد که تعداد خط منتصب ۴، قائم ۳، مواجه ۴، جبهی ۱، افقی ۱، غیر خاص ۱ است و خط نیمرخ هم وجود ندارد.

پس از تعیین آنکه کدام یک از یال‌های هرم در شکل ۳-۲۱ غیرخاص است، اندازه واقعی را مشخص کنید.



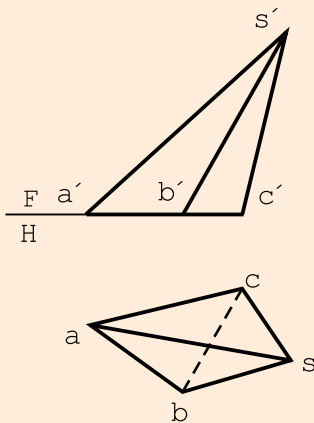
شکل ۳-۲۱

**پاسخ:** دیده می‌شود که چهار یال  $\overline{SA}$ ،  $\overline{SB}$ ،  $\overline{SC}$  و  $\overline{SD}$  برابرند و هیچ کدام اندازه واقعی ندارند، پس کافی است اندازه واقعی یکی از آنها مشخص شود. در شکل ۳-۲۲، این اندازه به دست آمده است.



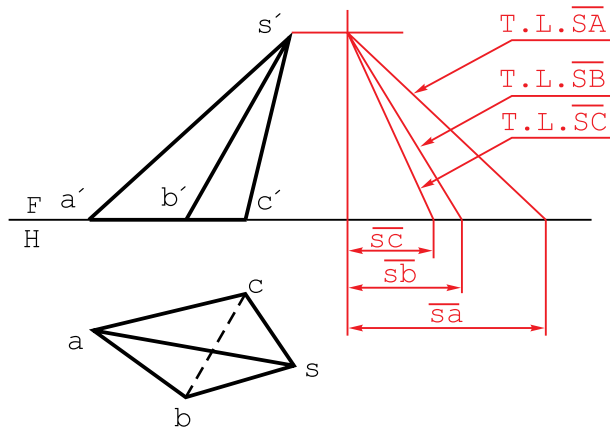
شکل ۳-۲۲

طول حقیقی یال‌ها در هرم داده شده، در شکل ۳-۲۳، چه قدر است؟



شکل ۳-۲۳

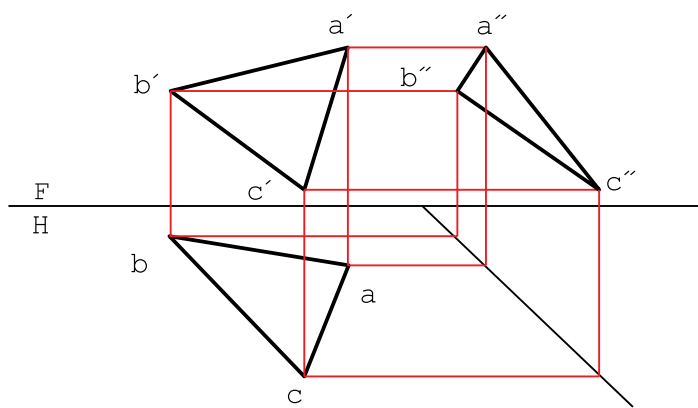
**پاسخ:** چون تعداد یال‌ها زیاد است، روش ترسیم مناسب‌تر است. طبق شکل ۳-۲۴ اندازه‌های حقیقی معین شد.



شکل ۳-۲۴

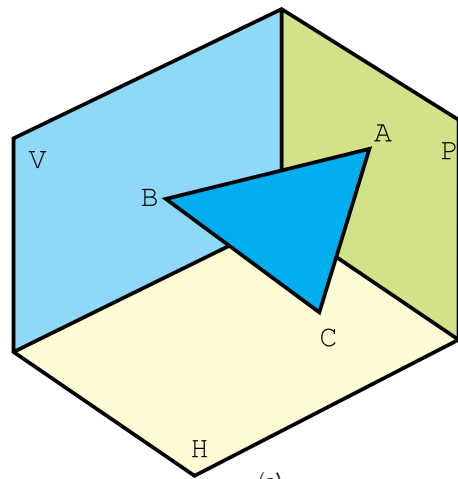
### ۳-۹ صفحه

از اتصال سه نقطه به هم صفحه به وجود می‌آید (شکل a ۳-۲۵).



(b)

شکل ۳-۲۵

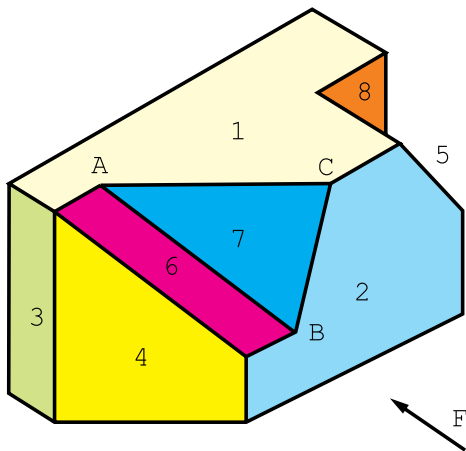


(a)

در شکل b ۳-۲۵، نماهای صفحه ABC را به صورت  $aa'bb'cc'$  خواهیم داشت.

### ۳-۱۰ گروه‌های سه گانه صفحه

صفحه‌ها، بنا به وضعیت‌هایی که نسبت به صفحه‌های تصویر دارند، دسته‌بندی می‌شوند. به شکل ۳-۲۶ نگاه کنید. هر سطح تخت معرف گونه‌ای از صفحه است.



شکل ۳-۲۶

هر صفحه دارای ویژگی‌های خود است که از دیگر صفحه‌ها جدا می‌شود.

### ۱۱-۳- گروه یکم

– آن‌هایی هستند که هر کدام با یک صفحه تصویر موازی اند<sup>۱</sup>.

۱-۱۱-۳ صفحه افقی: آن است که با H موازی باشد. پس در نمای افقی با اندازه واقعی دیده می‌شود و در دو نمای

دیگر به خطی موازی خط زمین تبدیل می‌شود؛ مانند صفحه شماره ۱. اندازه حقیقی صفحه در نقشه با T.S.<sup>۲</sup> مشخص می‌شود.

۲-۱۱-۳ صفحه جیبی: آن است که با F موازی باشد. پس در نمای روبه‌رو به اندازه واقعی دیده خواهد شد، اما در نمای

افقی به صورت خطی موازی با خط زمین در می‌آید؛ مانند صفحه شماره ۲. این صفحه را می‌توانید «صفحه روبه‌رو» بنامید.

۳-۱۱-۳ صفحه نیمرخ: آن است که با P موازی باشد. پس در نمای جانبی دارای اندازه واقعی خواهد بود. اما در نمای

افقی و روبه‌رو به صورت خط در می‌آید؛ مانند صفحه شماره ۳.

### ۱۲-۳- گروه دوم

– آن‌هایی هستند که هر کدام بر یک صفحه تصویر عمود باشند.

۱-۱۲-۳ صفحه قائم: آن است که بر H عمود باشد. این صفحه در نمای افقی یک خط می‌شود ولی در دو نمای دیگر

دارای اندازه غیر واقعی و کوچکتر خواهد بود؛ مانند صفحه شماره ۴.

۲-۱۲-۳ صفحه منتصب: آن است که بر F عمود باشد. پس در نمای روبه‌رو یک خط می‌شود ولی در دو نمای دیگر

کوچکتر از اندازه واقعی خواهد بود. مانند صفحه شماره ۵. این صفحه را می‌توان «صفحه پابرجا یا استوار» نامید.

۳-۱۲-۳ صفحه مواجه: آن است که بر P عمود باشد. پس در نماهای روبه‌رو و افقی اندازه‌ای کوچکتر دارد ولی در

نمای نیمرخ به یک خط تبدیل می‌شود. مانند صفحه شماره ۶. این صفحه را می‌توان «صفحه رودرو» نامید.

پس به این ترتیب دیده می‌شود که این سه صفحه، هیچ‌کدام در نماهای خود اندازه واقعی ندارند.

### ۱۳-۳- گروه سوم

این صفحه‌ها هیچ‌گونه ویژگی معینی ندارند.

۱-۱۳-۳ صفحه‌های غیر خاص: آن‌ها سطوحی هستند که در هر سه نما به اندازه غیر واقعی دیده می‌شوند.

به عبارت دیگر هیچ‌کدام ویژگی عمود بودن یا موازی بودن را ندارند. برای نمونه، صفحه شماره ۷ یا ABC این چنین است.

به‌طور کلی می‌توان گفت آن‌ها صفحاتی دلخواه‌اند. در جدول ۲-۳، هر هفت صفحه نام برده، به صورت یک مربع با یک سوراخ

دایره‌ای در وسط آن معرفی شده‌اند (یعنی یک صفحه مربعی با سوراخی در آن را در هفت حالت گفته شده، در نظر گرفته‌ایم).

۱- دقت کنید که برای خط، ویژگی مهم عمود بودن و برای صفحه، ویژگی مهم موازی بودن است.

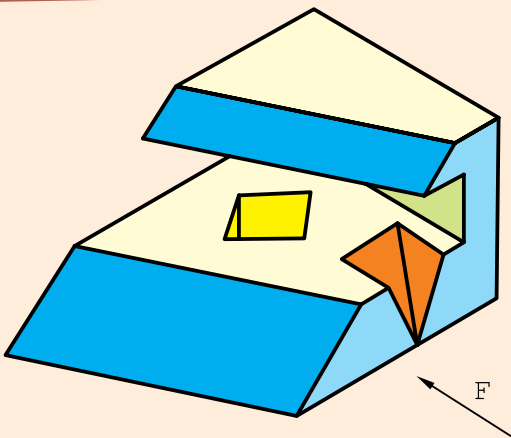
۲- اندازه واقعی صفحه: True Surface

جدول ۲-۳ - صفحه‌های هفتگانه

<p>صفحه افقی</p>	<p>صفحه جبهی</p>	<p>صفحه نیمرخ</p>	گروه اول
<p>صفحه قائم</p>	<p>صفحه منتصب</p>	<p>صفحه مواجه</p>	گروه دوم
<p>صفحه غیرخاص</p>			گروه سوم

یادآوری می‌شود که اندازه واقعی صفحه با T.S. مشخص شده است.

**پرسش**



شکل ۲۷-۳

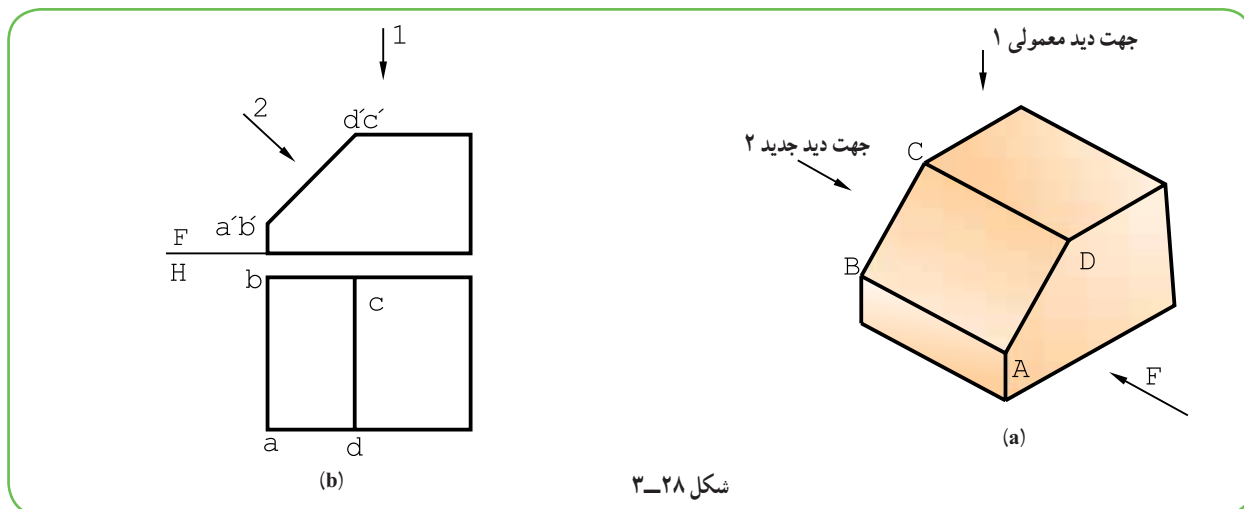
به شکل ۲۷-۳ نگاه کنید. با توجه به شرایط جسم، تعداد هر نوع صفحه موجود در آن چند تا است؟

**پاسخ:** پاسخ درست، با توجه به دید از جلو، به شرح زیر است:

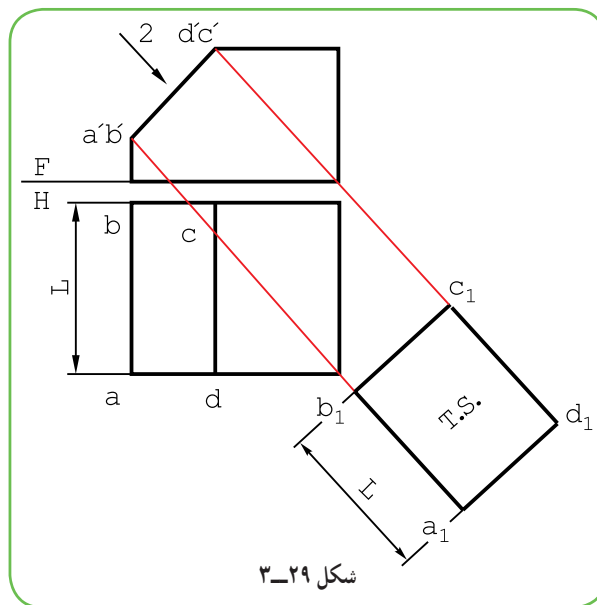
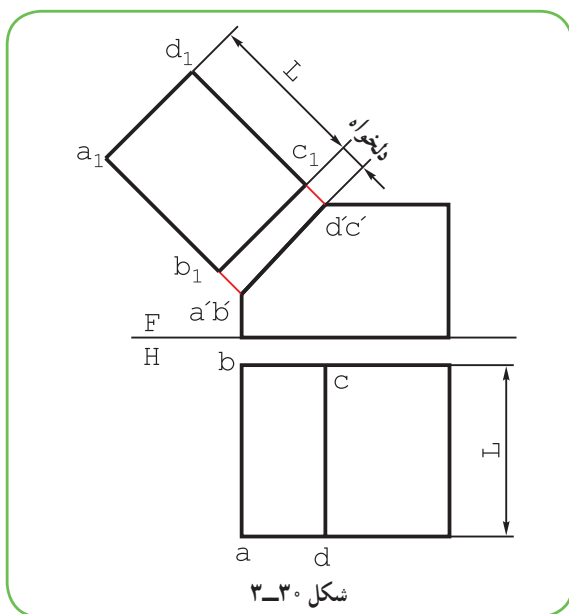
صفحه افقی ۴، جبهی ۳، نیمرخ ۲، قائم ۴، مواجه ۱، منتصب ۲ و غیر خاص ۲.

### ۱۴-۳- اندازه واقعی صفحه

گفته شد که برای ساخت یک قطعه دانستن اندازه واقعی هر جزء خطی یا صفحه‌ای آن لازم است، بنابراین، بحث کوتاهی در این زمینه خواهیم داشت.



۱-۱۴-۳- اندازه واقعی صفحه منتصب: به شکل ۳-۲۸ نگاه کنید. سطح  $ABCD$  یک سطح منتصب است. در دید از بالای معمولی، آن را کوچکتر می‌بینیم. اما اگر به طور عمودی به آن نگاه کنیم، آن را به اندازه حقیقی خواهیم دید. بنابراین کافی است که فقط سطح مورد نظر، یعنی  $ABCD$  را، بدون در نظر گرفتن سایر قسمت‌های جسم و در جهت دید ۲ و به کمک خط‌های رابط، در یک جای دلخواه رسم کنیم. (شکل ۳-۲۹). توجه شود که رابط‌ها بر سطح  $ABCD$  عمودند. در برخی مواقع، برای ساده‌تر شدن نقشه، ممکن است،  $a_1, b_1, c_1, d_1$  را در بالای هم رسم کرد (شکل ۳-۳۰).

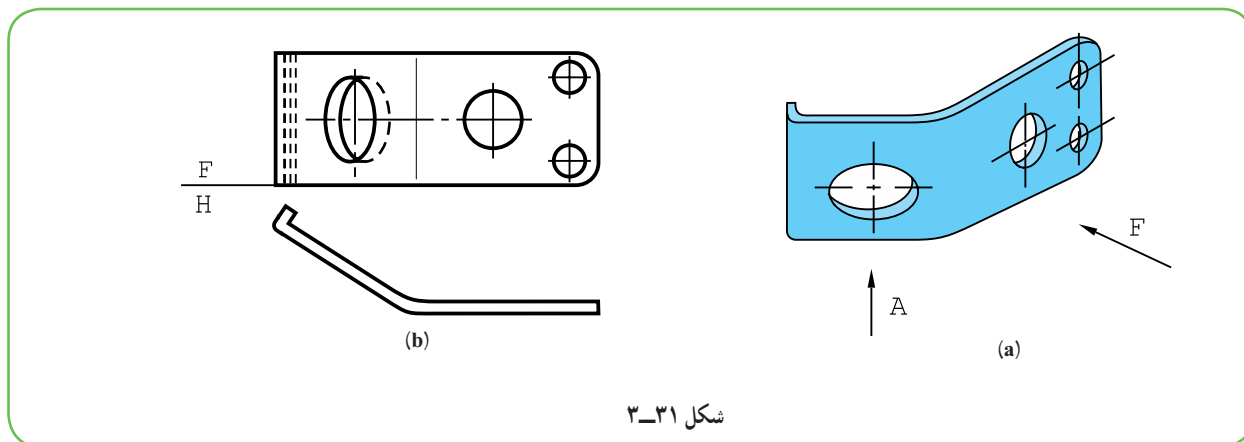


$a_1, b_1, c_1, d_1$  را تصویر کمکی هم می‌نامند.



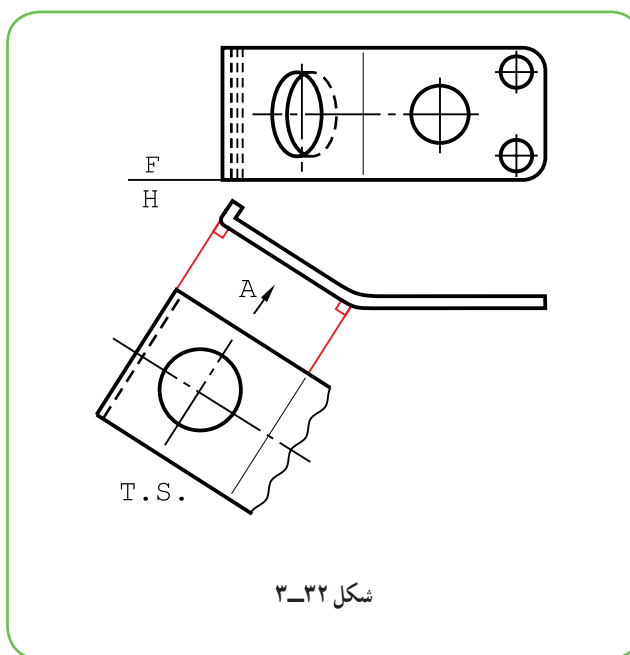
۲-۱۴-۳- اندازه واقعی صفحه قائم : در شکل ۳-۳۱ یک قطعه ساخته شده از ورق به ضخامت ۲ میلی‌متر دیده

می‌شود.



شکل ۳-۳۱

برای تعیین اندازه واقعی سطح A می‌توان در نمای افقی با رسم رابط‌هایی عمود بر تصویر صفحه اقدام کرد (شکل ۳-۳۲).



شکل ۳-۳۲

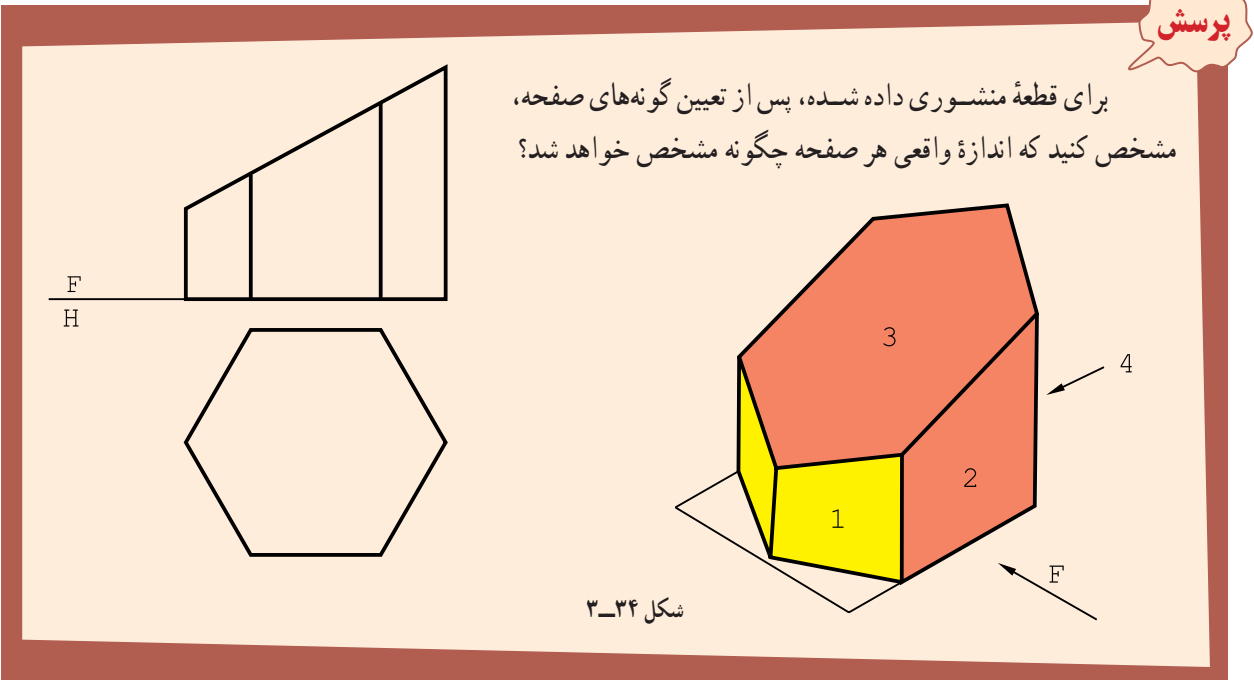
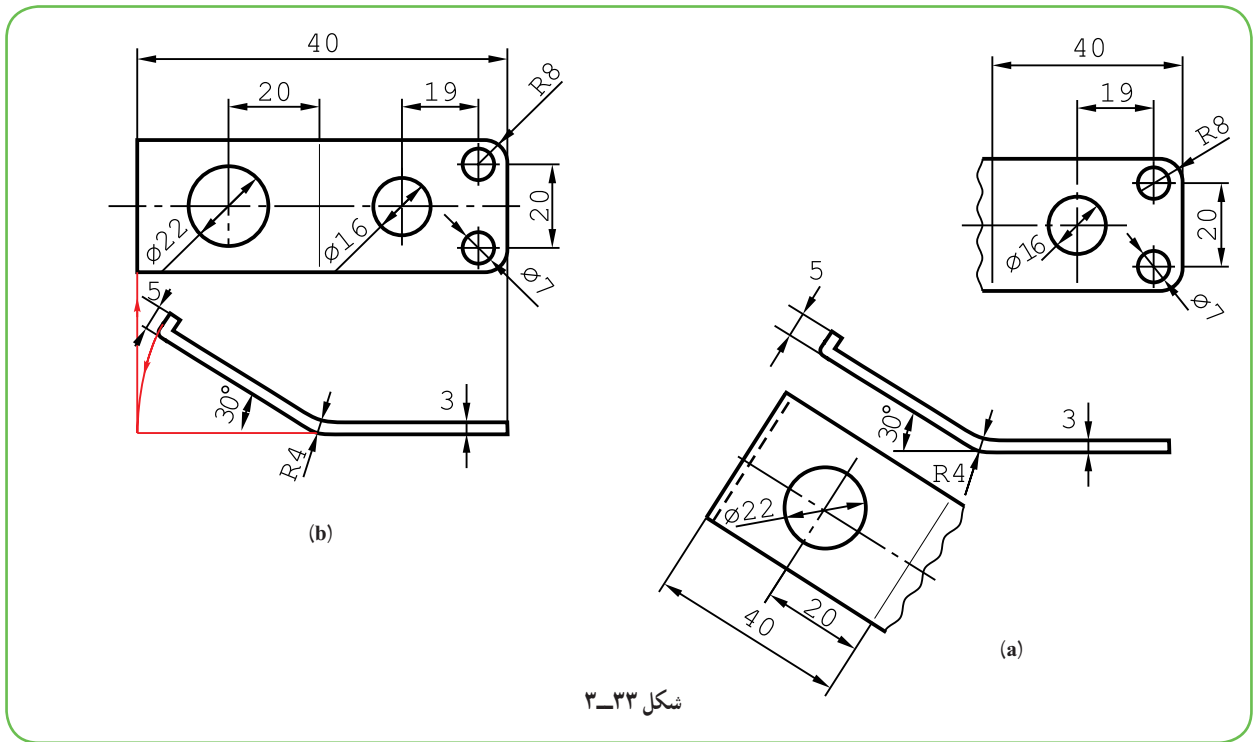
دیده می‌شود که با خط نازک دستی به نام خط شکستگی، از رسم قسمت‌های دیگر خودداری شده است.

۳-۱۴-۳- نکته مهم، نقشه صنعتی : در نقشه‌کشی در صورت امکان از رسم نماهای غیر واقعی خودداری می‌شود و

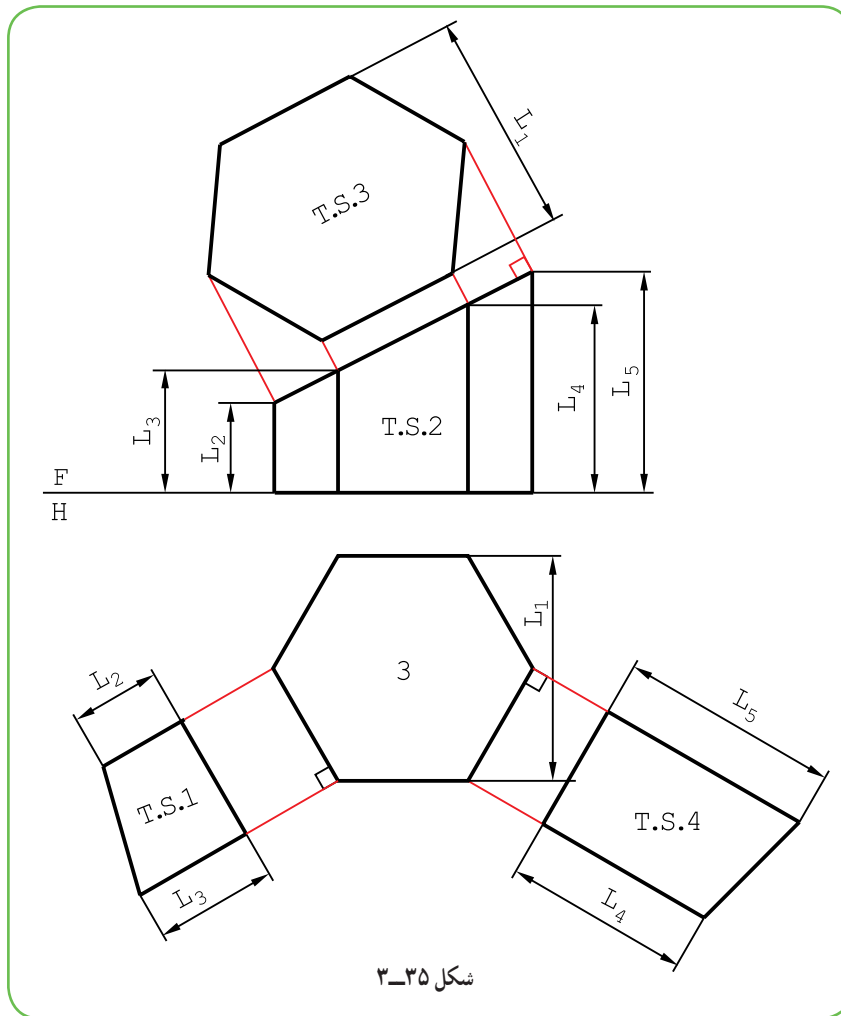
با یک چرخش، نمای واقعی رسم می‌شود. این کار برای بست فلزی بالا به هر دو صورت ممکن است. شکل ۳-۳۳a صورت گفته

شده و شکل ۳-۳۳b با چرخش.

همان‌گونه که دیده می‌شود، نقشه در هر دو حال اندازه‌گذاری کامل شده است.



– بدنه منشور تنها از دو گونه صفحه ساخته شده است. صفحه قائم ۴ مورد (که یک مورد آن ۱ است) صفحه جبهی با نمونه ۲، دو تا. یک صفحه منتصب با شماره ۳ و یک قاعده افقی. به کمک تصویرهای کمکی می‌توان اندازه واقعی صفحه منتصب و قائم را به دست آورد. شکل ۳-۳۵، این تصاویر را معرفی می‌کند.



شکل ۳-۳۵

### گزیده مطالب

- ۱- هندسه ترسیمی شاخه‌ای از هندسه است که در آن اجسام را با نماهای دو بعدی نمایش می‌دهند.
- ۲- به کمک هندسه ترسیمی می‌توان اندازه‌های حقیقی را معین و فصل مشترک‌ها را رسم کرد.
- ۳- هندسه ترسیمی مجموعه روش‌هایی است که به کمک آن‌ها می‌توان اجسام سه بعدی را روی دو صفحه دو بعدی و با اندازه واقعی نمایش داد.
- ۴- صفحه‌های افقی و نیمرخ تصویر هر کدام به اندازه  $90^\circ$  درجه می‌چرخند و بر امتداد F قرار می‌گیرند.
- ۵- سه نمای نقطه فضایی A را با  $a$ ,  $a'$ ,  $a''$  مشخص می‌کنند.
- ۶- فاصله نقطه را تا F، بعد و فاصله نقطه تا H را ارتفاع و فاصله نقطه تا P را طول می‌نامند.
- ۷- می‌توان موقعیت دقیق یک نقطه را به کمک طول، بعد و ارتفاع آن تعیین نمود.
- ۸- گروه یکم خط‌ها، خط قائم، خط منتصب و خط مواجه هستند که هر کدام بر یک صفحه تصویر عمودند.
- ۹- گروه دوم خط‌ها، خط افقی، خط جبهی و خط نیمرخ خواهند بود، که هر کدام با یک صفحه تصویر موازی‌اند.

۱۰- اندازه حقیقی یک خط را می‌توان به روش‌های چرخش و ترسیمه به‌دست آورد.

۱۱- صفحه‌های افقی، نیم‌رخ و جبهی، گروه اول صفحه‌های خاص هستند که هر کدام با یک صفحه تصویر موازی‌اند.

۱۲- گروه دوم، صفحه‌های نیمه‌خاص هستند، که هر کدام بر یک صفحه تصویر عمودند. آن‌ها منتصب، قائم و مواجه هستند.

۱۳- در بسیاری موارد می‌توان سطوح مورّب را با شکستگی یا چرخش، با اندازه واقعی نشان داد.

### ارزشیابی نظری

۱- هندسه ترسیمی چیست و دلایل نیاز به آن کدام است؟

۲- اهداف عمده ما از مطالعه هندسه ترسیمی چیست؟

۳- با رسم سه صفحه تصویر، چگونگی تسطیح آن‌ها را شرح دهید.

۴- با رسم شکل، در مورد چگونگی نمایش یک نقطه، نام تصاویر و فاصله‌ها توضیح دهید.

۵- با رسم شکل، خطوط مهم را نمایش دهید و ویژگی‌های هر کدام را بگویید.

۶- با رسم شکل، چگونگی تعیین اندازه واقعی یک پاره‌خط را به روش‌های چرخش و ترسیمه توضیح دهید.

۷- با رسم شکل، گونه‌های صفحه و ویژگی هر کدام را توضیح دهید.

۸- با رسم شکل، چگونگی تعیین اندازه واقعی یک صفحه منتصب یا قائم را شرح دهید.

### ارزشیابی عملی

۱- پس از نمایش نقطه‌های داده شده، ویژگی هر کدام را توضیح دهید.

$A(30^\circ, 25, 0)$ ,  $B(16^\circ, 0, 25)$ ,  $C(0^\circ, 17, 32)$

$D(27, 32, 48)$ ,  $E(0^\circ, 0^\circ, 52)$ ,  $F(0^\circ, 0^\circ, 0^\circ)$ ,  $G(24^\circ, 0^\circ, 0^\circ)$

$H(60^\circ, 60^\circ, 60^\circ)$

۲- ابتدا خط  $AB$  را نمایش دهید و سپس اندازه واقعی آن را به هر دو روش به‌دست آورید.  $A$  و  $B$  از

پرسش ۱)

۳- پس از رسم خط  $AB$  با مشخصات  $B(52^\circ, 27, 12)$ ,  $A(0^\circ, 10, 60)$ ، اندازه حقیقی آن را به روش‌های

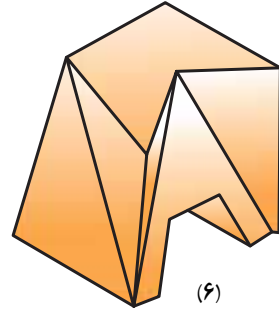
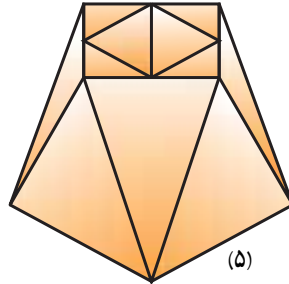
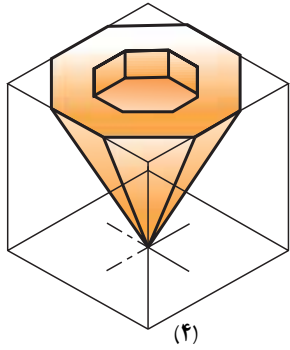
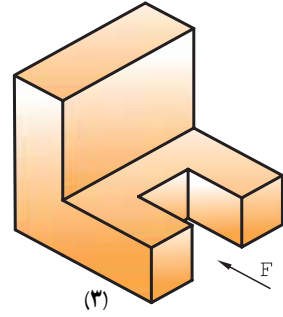
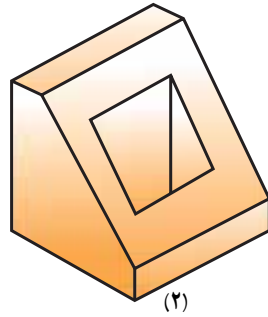
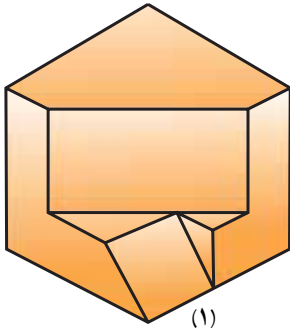
ترسیمه و چرخش معلوم کنید.

۴- خط  $AB$  را نمایش دهید و نقطه  $M$  به بعد ۲۵ را روی آن مشخص کنید. اندازه حقیقی چه قدر است؟

$A(0^\circ, 5, 7)$  و  $B(58^\circ, 44, 37)$

۵- با توجه به هریک از اجسام داده شده در شکل (۳-۳۶)، جدول‌های پیوست را برای تعداد خط‌ها یا

صفحه‌های موجود، کامل کنید.

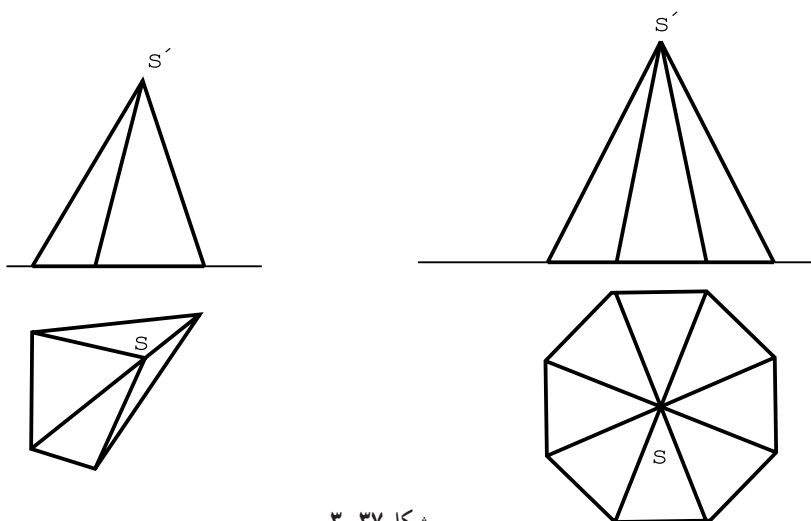


شکل ۳-۳۶

خط	شماره	قائم	منتصب	مواجهه	افقی	جبهی	نیمرخ	غیرخاص
	۱							
	۲							
	۳							
	۴							
	۵							
	۶							

صفحه	شماره	افقی	جبهی	نیمرخ	قائم	منتصب	مواجهه	غیرخاص
	۱							
	۲							
	۳							
	۴							
	۵							
	۶							

۶- در اجسام داده شده در شکل زیر، طول حقیقی یال‌ها را به دست آورید.

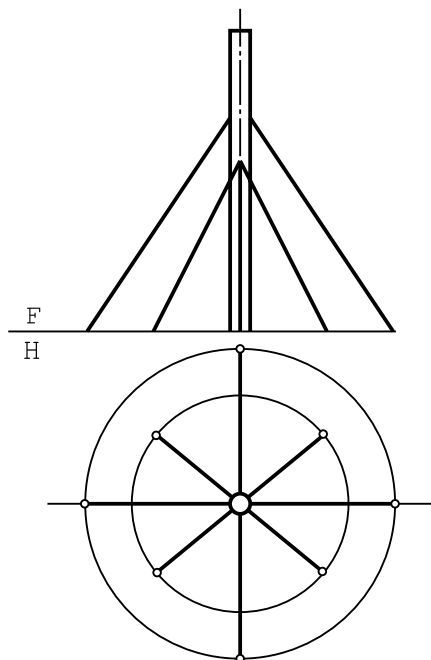


شکل ۳-۳۷

**توجه**

مسئله بالا روی شکل موجود یا کپی آن حل شود. برای حل مسائل بعدی نیز از کپی تهیه شده استفاده شود. (کپی‌ها هرچه بزرگتر تهیه شوند بهتر است.)

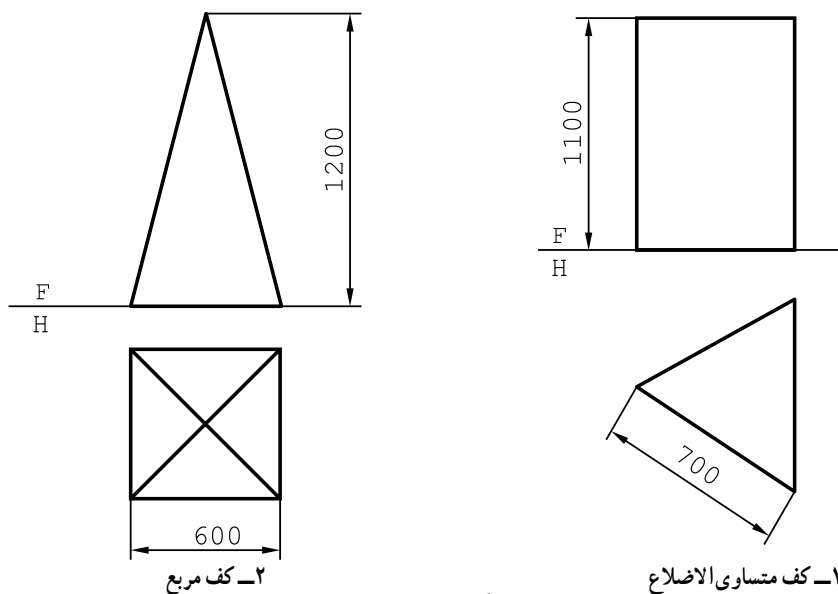
۷- یک دودکش فولادی بلند باید به وسیله سیم‌های فولادی مهار شود. طول مجموعه سیم‌ها چند متر خواهد بود؟ (شکل ۳-۳۸).



مقیاس ۱: ۲۵۰

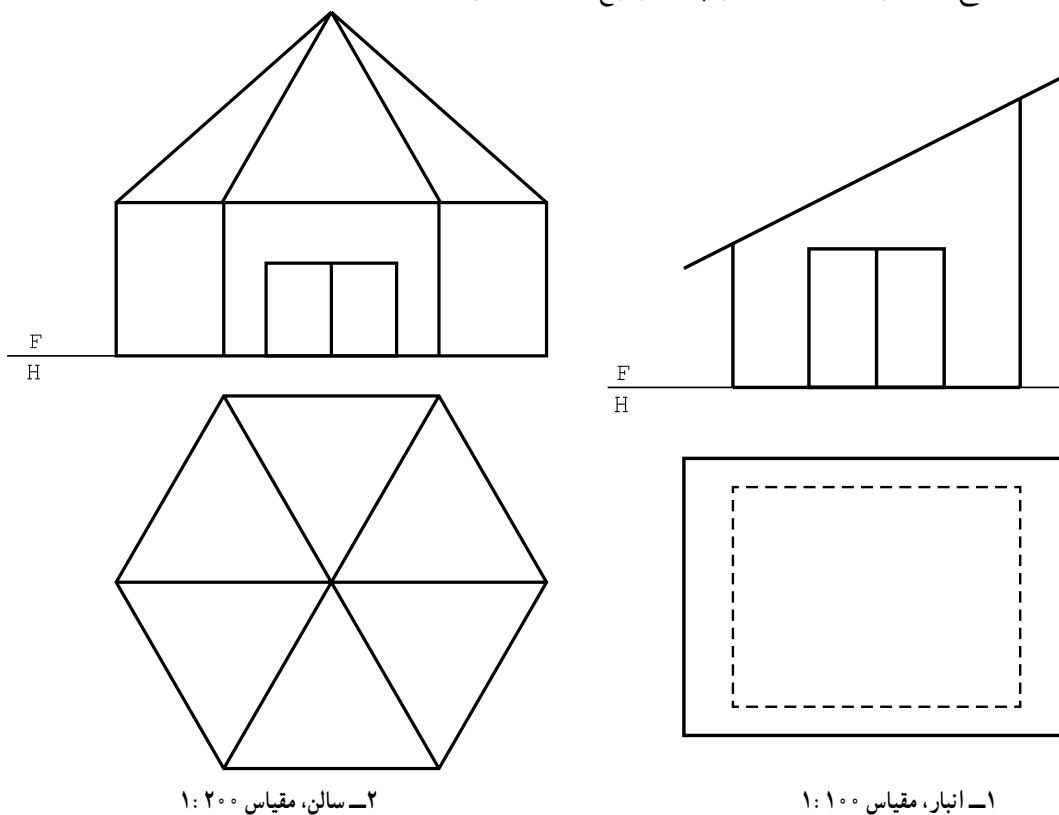
شکل ۳-۳۸

۸- سطح ورق مورد استفاده برای ساخت هر یک از احجام زیر چند متر مربع است؟ (شکل ۳-۳۹)



شکل ۳-۳۹

۹- سطح رنگ برای سازه‌های زیر چند متر مربع است؟ (شکل ۳-۴۰)



شکل ۳-۴۰

۱۰- شکل ۳-۳۳ را در هر دو حالت، رسم کنید. مقیاس رسم را ۱ : ۲ در نظر بگیرید و کارها را روی یک برگ کاغذ A<sub>۳</sub> انجام دهید.