



وہاں سے کہیں  
منطق و منطق  
اور منطق و منطق



۱ ہندسہ

پایہ دہم  
رشتہ ریاضی و فیزیک

مؤلف

محمد طاہر شاعی

فرمولہ  
پیسٹ

# فرمول پیست

۴  
نمونه  
امتحانی

۳۱۰  
پرسش  
تشریحی

۴۰  
صفحه  
درسنامه



## +۴

ساعت  
فیلم  
آموزشی  
ویژه  
شب  
امتحان



9 786220 308300

تهران، میدان انقلاب  
نیش بازارچه کتاب

[www.gajmarket.com](http://www.gajmarket.com)

### ن و القلم و ما یسطرون

کتاب پیش‌رو از مجموعه کتاب‌های فرمول بیست می‌باشد. هدف اصلی این مجموعه کتاب، ارائه آموزش‌های کامل همراه با مثال‌ها و تمرینات متنوع بر پایه کتاب درسی و در جهت تسلط و آمادگی برای امتحانات می‌باشد.

### در این کتاب...

۱. تمام مطالب کتاب تو درس نامه‌ها پوشش داده شده، پس درس نامه‌ها رو خوب بخون و تمام مثال‌هاش رو حل کن.
۲. تمام تمرینات کتاب درسی مشابه‌سازی شده و امکان نداره سؤالی در امتحان مطرح بشه که خودش یا مشابهش رو در این کتاب ندیده باشید.
۳. چند دوره امتحان تألیفی و نهایی در آخر کتاب براتون آوردیم که بتونید سؤالارو به صورت ترکیبی و یک‌جا ببینید.
۴. برای جمع‌بندی و دوره کردن مطالب در شب امتحان، به فیلم‌های آموزشی ویژه شب امتحان که QR-code آن در ابتدای هر فصل اومده، مراجعه کن.

## فهرست

FILM	پاسخ	درسنامه و سؤالات
36 min	۶۸	۱۷ تا ۶
62 min	۷۵	۳۲ تا ۱۸
75 min	۸۶	۵۲ تا ۳۳
57 min	۱۰۱	۶۶ تا ۵۳

فصل اول: ترسیم‌های هندسی و استدلال

فصل دوم: قضیه تالس، تشابه و کاربردهای آن

فصل سوم: چندضلعی‌ها

فصل چهارم: تجسم فضایی

## امتحان نهایی



۱۱۲	آزمون ۱: نوبت اول
۱۱۳	آزمون ۲: نوبت دوم
۱۱۴	آزمون ۳: نوبت دوم
۱۱۶	آزمون ۴: خرداد ماه ۱۴۰۳
۱۱۸	پاسخ‌نامه تشریحی آزمون ۱ تا ۴

## بارم‌بندی درس هندسه ۱

شماره فصل	نوبت اول	نوبت دوم
اول	۹	۳
دوم	۱۱	۷
سوم	-	۶
چهارم	-	۴
جمع	۲۰	۲۰

۱

بخش



# درستنامه

و سوالات تشریحی

فصل اول

# ترسیم‌های هندسی و استدلال

فصل اول هندسه (۱) در امتحان نوبت اول ۹ نمره و در امتحان نوبت دوم و شهریور ۳ نمره دارد.

فصل ۱



برای استفاده از فیلم آموزشی شب امتحان این فصل QR-code مقابل را اسکن کنید.

فیلم  
شب  
امتحان

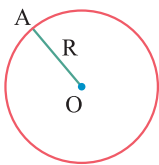
ترسیم‌های هندسی

صفحه ۱۰ تا ۱۶ کتاب درسی

پسته اول

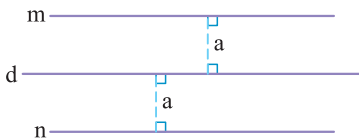


دایره



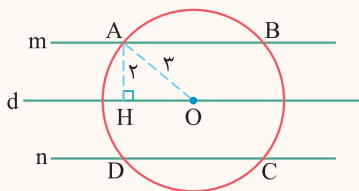
مجموعه همه نقاطی در صفحه که از یک نقطه ثابت مانند O (در همان صفحه)، به فاصله معلومی مانند R قرار دارند، دایره گفته می‌شود. O را مرکز و R را شعاع دایره می‌نامند.

مجموعه نقاطی که از یک خط معلوم به فاصله ثابتی هستند



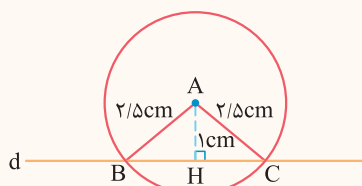
همه نقطه‌هایی که از خط معلوم d به فاصله ثابت a واقع‌اند، دو خط موازی (خط‌های m و n) و به فاصله a از خط d هستند.

**سؤال** نقطه O روی خط d واقع است. همه نقاطی را تعیین کنید که از نقطه O به فاصله ۳ واحد و از خط d به فاصله ۲ واحد هستند.



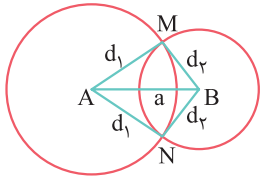
**پاسخ** همه نقاطی که از خط d به فاصله ۲ واحد قرار دارند روی دو خط m و n و موازی با خط d و به فاصله ۲ واحد از آن واقع‌اند. از طرفی همه نقاطی که از نقطه O به فاصله ۳ هستند، دایره‌ای به مرکز O و شعاع ۳ است. مطابق شکل این دایره و خط‌های m و n در چهار نقطه A، B، C و D متقاطع‌اند که جواب هستند.

**سؤال** نقطه A به فاصله ۱ سانتی متر از خط d قرار دارد. نقاطی از خط d را بیابید که به فاصله ۲/۵ سانتی متر از نقطه A باشند.

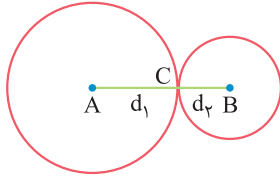


**پاسخ** همه نقاطی که از نقطه A به فاصله ۲/۵ سانتی متر قرار دارند، روی دایره‌ای به مرکز A و شعاع ۲/۵ سانتی متر قرار دارند. چون فاصله A از خط d برابر یک سانتی متر است، پس این دایره خط d را در دو نقطه B و C قطع می‌کند و این نقاط جواب‌اند.

### تعیین نقطه‌ای که از دو نقطه ثابت به فاصله‌های معلوم باشد

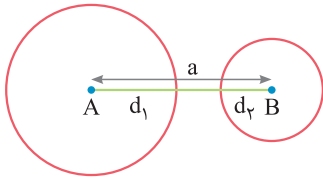


فرض کنیم A و B دو نقطه ثابت به فاصله  $a$  از یکدیگر باشند. برای یافتن نقطه‌ای که از A به فاصله  $d_1$  و از B به فاصله  $d_2$  باشد، دو دایره یکی به مرکز A و شعاع  $d_1$  و دیگری به مرکز B و شعاع  $d_2$  رسم می‌کنیم، نقطه یا نقاط تلاقی دو دایره جواب است.



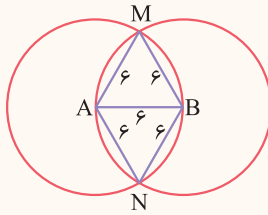
اگر  $d_1 + d_2 > a$  باشد، آن‌گاه مطابق شکل فوق، دو دایره در نقاط M و N متقاطع‌اند و مسأله دو جواب دارد.

اگر  $d_1 + d_2 = a$  باشد، آن‌گاه دو دایره در نقطه C مماس می‌شوند و این نقطه جواب است.



اگر  $d_1 + d_2 < a$  باشد، آن‌گاه دو دایره یکدیگر را قطع نمی‌کنند و مسأله جواب ندارد.

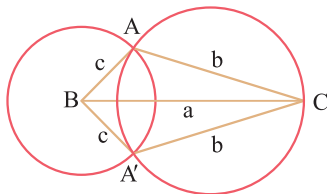
**سؤال** دو نقطه A و B به فاصله ۶ سانتی متر مفروض هستند. نقاطی را بیابید که از دو نقطه A و B به فاصله ۶ سانتی متر باشند.



**پاسخ** دایره‌هایی به مرکز A و B و شعاع‌های ۶ رسم می‌کنیم، نقطه تلاقی آن‌ها یعنی M و N جواب هستند.

### رسم مثلثی که سه ضلع آن معلوم است

ابتدا یکی از سه ضلع داده شده (مثلاً بزرگ‌ترین ضلع) را رسم می‌کنیم ( $BC = a$ )، سپس به مرکز B شعاع  $c$  و به مرکز C شعاع  $b$  دو دایره رسم می‌کنیم. در صورت تقاطع دو دایره، جای رأس سوم مثلث یعنی نقطه A یا A' معلوم می‌شود.



اگر دو دایره متقاطع باشند، مسئله دو جواب هم‌نهشت دارد. مثلث‌های ABC و A'BC که با یکدیگر به

حالت (ض ض ض) هم‌نهشت‌اند. بنا به قرارداد، این دو مثلث، یک جواب محسوب می‌شوند.

اگر دو دایره مماس باشند، در این صورت مسئله جواب ندارد.

اگر دو دایره متقاطع نباشند، در این صورت مسئله جواب ندارد.

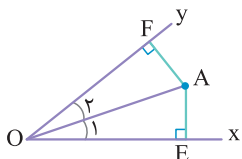
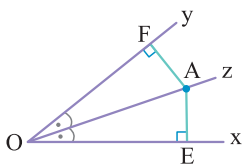
### نیمساز یک زاویه

اگر نقطه‌ای روی نیمساز یک زاویه باشد، فاصله نقطه از دو ضلع آن زاویه یکسان است، یعنی در شکل مقابل داریم:

$$AE = AF$$

عکس خاصیت قبل نیز درست است، یعنی اگر نقطه‌ای درون یک زاویه به فاصله یکسان از دو ضلع آن باشد،

آن‌گاه نقطه روی نیمساز آن زاویه قرار دارد. یعنی در شکل زیر با فرض  $AE = AF$ ، داریم:  $\hat{O}_1 = \hat{O}_2$



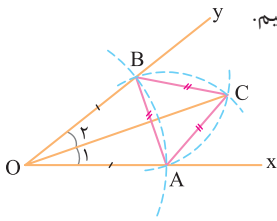
رسم نیمساز یک زاویه

زاویه  $xOy$  مفروض است. می‌خواهیم نیمساز آن را رسم کنیم.

نقطه  $A$  را روی نیم خط  $Ox$  در نظر می‌گیریم، کماتی به مرکز  $O$  و شعاع  $OA$  رسم می‌کنیم تا نیم خط  $Oy$  را در نقطه  $B$  قطع کند، داریم  $OA = OB$

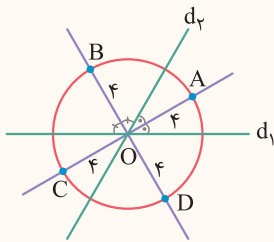
به مرکز  $A$  و شعاع  $AB$  و بار دیگر به مرکز  $B$  و شعاع  $AB$  دو کمان رسم می‌کنیم، یک نقطه تلاقی این دو کمان را  $C$  می‌نامیم.

$OC$  نیمساز زاویه  $xOy$  است، زیرا دو مثلث  $OAC$  و  $OBC$  به حالت (ضضض) هم‌نهشت‌اند، پس  $\widehat{O_1} = \widehat{O_2}$



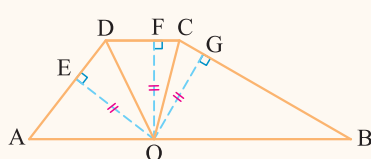
**سؤال** دو خط متقاطع  $d_1$  و  $d_2$  مفروضند. نقطای را بیابید که از نقطه تقاطع دو خط به فاصله ۴ سانتی‌متر باشد و از هر یک از دو خط  $d_1$  و  $d_2$  به یک فاصله باشد.

**پاسخ** نقطه‌ای که از دو خط متقاطع  $d_1$  و  $d_2$  به یک فاصله قرار دارد، روی نیمساز زوایای ایجاد شده بین دو خط قرار دارد. از طرفی نقطه‌ای که از نقطه  $O$  (محل تلاقی دو خط) به فاصله ۴ سانتی‌متر است، روی دایره‌ای به مرکز  $O$  و شعاع ۴ سانتی‌متر قرار دارد، پس محل تلاقی این دایره با نیمسازها جواب است. یعنی نقاط  $A, B, C$  و  $D$



**سؤال** اندازه‌های دو ساق یک دوزنقه ۳ و ۵ و اندازه قاعده کوچک آن ۲ است. نقطه‌ای روی قاعده بزرگ آن از دو ساق و قاعده کوچک به یک فاصله است. محیط دوزنقه را به دست آورید.

**پاسخ** بنا به فرض  $OF = OE = OG$ ، لذا نقطه  $O$  از دو ضلع زاویه  $ADC$  به یک فاصله و در نتیجه  $O$  روی نیمساز این زاویه است. هم‌چنین  $O$  روی نیمساز زاویه  $DCB$  است. در نتیجه:



$$\left. \begin{array}{l} AB \parallel CD, \text{ مورب } OD \Rightarrow \widehat{AOD} = \widehat{ODC} \\ \widehat{ODC} = \widehat{ODA} \end{array} \right\} \Rightarrow \widehat{ODA} = \widehat{AOD} \Rightarrow OA = AD$$

با استدلال مشابه داریم  $OB = BC$ ، پس  $AB = OA + OB = AD + BC$ ، در نتیجه:

$$\text{محیط } ABCD = AB + AD + CD + BC = \underbrace{AD + BC}_{AB} + AD + CD + BC = 3 + 5 + 3 + 2 + 5 = 18$$

عمود منصف یک پاره خط

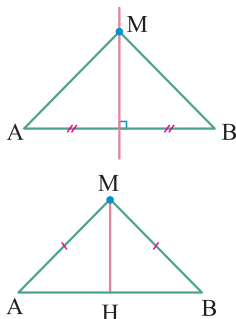
خطی که از نقطه وسط یک پاره خط بر آن عمود می‌شود، عمود منصف آن پاره خط نامیده می‌شود.

اگر نقطه‌ای روی عمود منصف یک پاره خط قرار داشته باشد، از دو سر آن پاره خط به یک فاصله است.

یعنی در شکل مقابل داریم  $MA = MB$

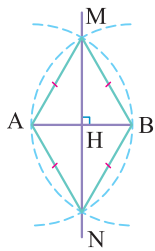
اگر نقطه‌ای از دو سر یک پاره خط به یک فاصله باشد، روی عمود منصف آن پاره خط قرار دارد.

جهت اثبات آن، کافی است  $M$  را به  $H$  وسط  $AB$  وصل کنیم و ثابت کنیم  $MH \perp AB$





رسم عمود منصف یک پاره خط



پاره خط AB مفروض است.

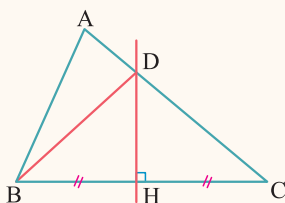
۱) کمانی به مرکز A و شعاع AB رسم می‌کنیم.

۲) کمانی به مرکز B و شعاع AB رسم می‌کنیم.

۳) نقاط تلاقی این دو کمان را M و N می‌نامیم.

۴) خط MN عمود منصف پاره خط AB است، زیرا M و N از دو سرپاره خط AB به یک فاصله‌اند.

**سؤال** در مثلث ABC، عمود منصف ضلع BC، ضلع AC را در نقطه D قطع می‌کند. ثابت کنید اختلاف محیط‌های دو مثلث ABC و ABD برابر طول ضلع BC است.



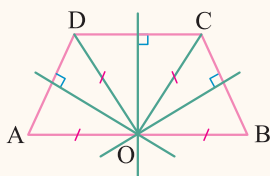
**پاسخ** مطابق شکل مقابل، عمود منصف ضلع BC، ضلع AC را در نقطه D قطع کرده است، پس  $BD = CD$  و در نتیجه  $AC = AD + CD = AD + BD$  است و داریم:

$$\Delta \text{ محیط } ABD = AB + BD + AD = AB + AC$$

$$\Delta \text{ (محیط } ABC) - \Delta \text{ (محیط } ABD) = (AB + AC + BC) - (AB + AC) = BC$$

**سؤال** در یک دوزنقه، عمود منصف‌های ساق‌ها و قاعده کوچک، روی قاعده بزرگ متقاطع‌اند. ثابت کنید دوزنقه، متساوی الساقین است.

**پاسخ** مطابق شکل، عمود منصف‌های ساق‌های AD و BC و قاعده کوچک CD در نقطه O روی قاعده بزرگ متقاطع‌اند، پس داریم:



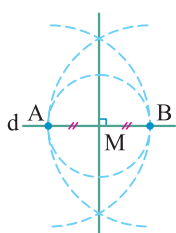
$$OB = OC = OD = OA$$

$$\left. \begin{array}{l} AB \parallel CD, \text{ مورب } OC \Rightarrow \widehat{OCD} = \widehat{OCB} \\ AB \parallel CD, \text{ مورب } OD \Rightarrow \widehat{ODC} = \widehat{ODC} \\ OC = OD \Rightarrow \widehat{OCD} = \widehat{ODC} \end{array} \right\} \Rightarrow \widehat{OCD} = \widehat{OCB}$$

$$\left. \begin{array}{l} OB = OA \\ \widehat{OCB} = \widehat{OCD} \\ OC = OD \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{(ض ض)}} \Delta BOC \cong \Delta AOD \Rightarrow AD = BC$$

پس دوزنقه ABCD متساوی الساقین است.

رسم خط عمود بر یک خط داده شده از یک نقطه روی آن خط



خط d و نقطه M روی آن مفروض است.

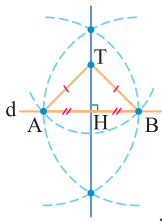
۱) نقطه A متمایز از نقطه M را روی خط در نظر می‌گیریم.

۲) به مرکز M و شعاع MA، دایره‌ای رسم می‌کنیم، محل تلاقی دیگر دایره با خط d را، نقطه B می‌نامیم.

۳) عمود منصف پاره خط AB را رسم می‌کنیم.

۴) این عمود منصف خطی است که از نقطه M می‌گذرد و بر خط d عمود است.

### رسم خط عمود بر یک خط داده شده از یک نقطه غیر واقع بر آن خط



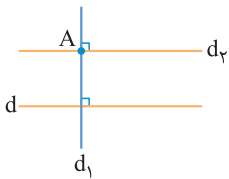
خط  $d$  و نقطه  $T$  غیر واقع بر آن، مفروض است.

نقطه  $A$  را روی خط  $d$  در نظر می‌گیریم، اگر  $TA$  بر خط  $d$  عمود باشد، خط  $TA$  جواب است. در غیر این صورت:

به مرکز  $T$  و شعاع  $TA$ ، کمانی رسم می‌کنیم، نقطه تلاقی دیگر آن را با خط  $d$ ،  $B$  می‌نامیم.

عمود منصف پاره خط  $AB$  را رسم می‌کنیم، این عمود منصف، همان خطی است که از نقطه  $T$  می‌گذرد (زیرا  $TA = TB$ ) و بر خط  $d$  عمود است.

### رسم خط موازی با یک خط داده شده از نقطه‌ای غیر واقع بر آن



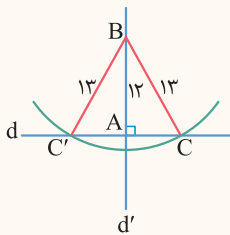
خط  $d$  و نقطه  $A$  خارج آن داده شده است.

از نقطه  $A$  خط  $d_1$  را عمود بر خط  $d$  رسم می‌کنیم.

در نقطه  $A$  خط  $d_2$  را عمود بر خط  $d_1$  رسم می‌کنیم.

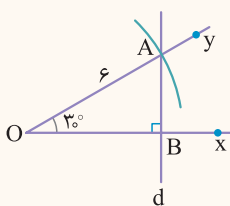
دو خط عمود بر یک خط موازیند، لذا خط  $d_2$  از نقطه  $A$  گذشته و موازی خط  $d$  است.

**سؤال** مثلث قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که وتر و یک ضلع آن به ترتیب ۱۳ و ۱۲ باشند.



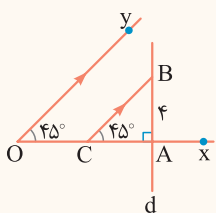
**پاسخ** خط  $d$  را در نظر می‌گیریم. در نقطه  $A$  روی آن، خط  $d'$  را عمود بر  $d$  رسم می‌کنیم و روی آن پاره خط  $AB$  را به اندازه ۱۲ جدا می‌کنیم و به مرکز  $B$  و شعاع ۱۳ کمانی رسم می‌کنیم و نقاط تلاقی آن با خط  $d$  را  $C$  و  $C'$  می‌نامیم. دو مثلث هم‌نهشت  $ABC$  و  $ABC'$  جواب هستند.

**سؤال** مثلث قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که اندازه وتر آن ۶ و اندازه یک زاویه حاده آن  $30^\circ$  باشد.



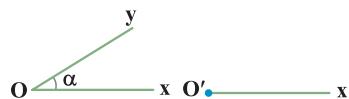
**پاسخ** ابتدا زاویه  $xOy$  را به اندازه  $30^\circ$  رسم می‌کنیم، سپس به مرکز  $O$  و شعاع ۶ کمانی رسم می‌کنیم و نقطه تلاقی آن با نیم خط  $Oy$  را  $A$  می‌نامیم. از نقطه  $A$  خط  $d$  را عمود بر نیم خط  $Ox$  رسم می‌کنیم و نقطه تلاقی آن با  $Ox$  را  $B$  می‌نامیم. مثلث قائم‌الزاویه  $AOB$  جواب است.

**سؤال** مثلث قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که اندازه یک ضلع آن ۴ و اندازه زاویه روبه‌رو به آن ضلع، ۴۵ درجه باشد.



**پاسخ** ابتدا زاویه  $xOy$  را به اندازه  $45^\circ$  رسم می‌کنیم، سپس نقطه دلخواه  $A$  را روی  $Ox$  در نظر می‌گیریم و در این نقطه خط  $d$  را عمود بر  $Ox$  رسم می‌کنیم. حال پاره خط  $AB$  را روی خط  $d$  به اندازه ۴ جدا می‌کنیم و از نقطه  $B$  خطی موازی نیم خط  $Oy$  رسم می‌کنیم و نقطه تلاقی آن با نیم خط  $Ox$  یا امتداد آن را  $C$  می‌نامیم. مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  جواب است.

۱. پاره خط  $AB$  به طول ۸ سانتی متر مفروض است. نقاطی را تعیین کنید که از دو نقطه  $A$  و  $B$  به فاصله ۶ سانتی متر باشند.
۲. توضیح دهید چگونه می‌توان مثلثی به طول اضلاع ۵، ۶ و ۷ سانتی متر رسم کرد.
۳. نقاط  $A$  و  $B$  به فاصله ۱۰ سانتی متر از هم قرار دارند. نقطه‌ای پیدا کنید که فاصله اش از نقطه  $A$  برابر ..... و از نقطه  $B$  برابر ..... باشد. جاهای خالی را به گونه‌ای کامل کنید که مسأله فوق:
  - آ) دو جواب داشته باشد.
  - ب) یک جواب داشته باشد.
  - پ) جواب نداشته باشد.
۴. متوازی‌الاضلاعی رسم کنید که طول قطرهای آن ۶ و ۸ باشد. چند متوازی‌الاضلاع با این شرایط می‌توان رسم کرد؟
۵. متوازی‌الاضلاعی رسم کنید که طول قطرهای آن ۹ و ۱۲ و زاویه بین آن‌ها  $45^\circ$  باشد، چند متوازی‌الاضلاع با این شرایط می‌توان رسم کرد؟
۶. مستطیلی رسم کنید که طول قطر آن ۸ سانتی متر باشد. چند مستطیل با این شرایط می‌توان رسم کرد؟
۷. یک لوزی رسم کنید که طول قطرهای آن ۶ و ۱۰ باشد.
۸. یک لوزی رسم کنید که طول ضلع آن ۵ و طول یک قطرش ۸ باشد.
۹. دو ضلع یک زاویه را در نظر بگیرید.
  - آ) نقطه‌ای بیابید که فاصله آن از هر ضلع زاویه، ۳ واحد باشد.
  - ب) با استفاده از قسمت (آ)، نیمساز زاویه مورد نظر را رسم کنید.
۱۰. دو نقطه  $A$  و  $B$  داخل زاویه  $xOy$  مفروض هستند. نقطه‌ای داخل آن چنان بیابید که از دو ضلع زاویه و از دو نقطه  $A$  و  $B$  به یک فاصله باشد. چند نقطه با این شرایط می‌توان رسم کرد؟
۱۱. در دایره‌ای به مرکز  $O$  و شعاع  $R$  وتر  $AB$  رسم شده است. ثابت کنید عمود منصف وتر  $AB$  از مرکز دایره می‌گذرد.
۱۲. در شکل مقابل قسمتی از یک دایره داده شده است. مرکز این دایره را تعیین کنید.
۱۳. مستطیلی رسم کنید که طول ضلع‌های آن ۳ و ۴ باشد.
۱۴. ثابت کنید هر نقطه روی نیمساز یک زاویه از دو ضلع زاویه به یک فاصله است.
۱۵. ثابت کنید اگر نقطه‌ای داخل یک زاویه از دو ضلع آن به یک فاصله باشد، آن‌گاه آن نقطه روی نیمساز زاویه قرار دارد.
۱۶. ثابت کنید هر نقطه روی عمود منصف یک پاره خط از دو سر پاره خط به یک فاصله است.
۱۷. ثابت کنید اگر نقطه‌ای از دو سر یک پاره خط به یک فاصله باشد، آن‌گاه آن نقطه روی عمود منصف پاره خط قرار دارد.
۱۸. مطابق شکل، زاویه معلوم  $xOy$  به اندازه  $\alpha$  و نیم خط  $O'x'$  داده شده‌اند. زاویه  $x'O'y'$  را چنان رسم کنید که اندازه آن برابر  $\alpha$  باشد.



۱۹. مثلث متساوی‌الساقینی رسم کنید که محیط و ارتفاع وارد بر قاعده آن به ترتیب ۳۹ و ۱۲ سانتی متر باشند.
۲۰. مثلثی رسم کنید که اندازه دو ضلع آن ۱۷ و ۱۰ و ارتفاع وارد بر ضلع سوم آن ۸ باشد.
۲۱. مثلث قائم‌الزاویه‌ای رسم کنید که یک زاویه حاده و مجموع دو ضلع زاویه قائمه آن معلوم باشد.
۲۲. اندازه‌های دو ضلع مثلثی و میانه نظیر ضلع سوم آن معلوم‌اند. مثلث را رسم کنید.
۲۳. اندازه دو ضلع مثلثی ۶ و ۴ سانتی متر و اندازه زاویه روبه‌رو به ضلع ۴ سانتی متری،  $30^\circ$  است. مثلث را رسم کنید.
۲۴. اندازه دو ضلع مثلثی ۶ و ۴ سانتی متر و اندازه زاویه روبه‌رو به ضلع ۶ سانتی متری،  $30^\circ$  است. مثلث را رسم کنید.



استدلال

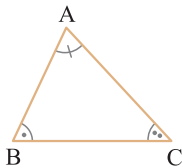
**استدلال استقرایی:** روش نتیجه‌گیری کلی براساس مجموعه محدودی از مشاهدات را استدلال استقرایی می‌گویند.

**استدلال استنتاجی:** روش نتیجه‌گیری کلی براساس مفاهیمی که درستی آن‌ها را از قبل پذیرفته‌ایم، استدلال استنتاجی نامیده می‌شود.

**قضیه و عکس قضیه:** برخی نتایج مهم و کلی که با استدلال استنتاجی حاصل می‌شوند، قضیه نامیده می‌شوند و اگر در یک قضیه جای فرض و حکم را عوض

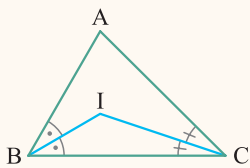
کنیم، آن چه که حاصل می‌شود، عکس قضیه گفته می‌شود. عکس یک قضیه می‌تواند درست یا نادرست باشد.

**قضیه ۱** مجموع اندازه‌های زوایای هر مثلث، برابر  $180^\circ$  است.



$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ$$

**سؤال** ثابت کنید در هر مثلث، زاویه حاصل از برخورد دو نیمساز داخلی برابر است با نصف زاویه سوم به علاوه  $90^\circ$

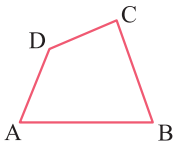


$$\begin{aligned} \triangle ABC: \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} &= 180^\circ \\ \triangle BIC: \frac{\hat{B}}{2} + \frac{\hat{C}}{2} + \hat{I} &= 180^\circ \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ \\ \hat{B} + \hat{C} + 2\hat{I} = 360^\circ \end{cases} \xrightarrow{\text{تفاضل}} 2\hat{I} - \hat{A} = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2\hat{I} = 180^\circ + \hat{A} \Rightarrow \hat{I} = 90^\circ + \frac{\hat{A}}{2}$$

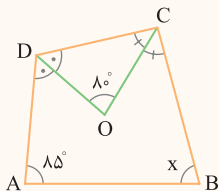
**پاسخ**

**قضیه ۲** مجموع اندازه‌های زاویه‌های داخلی هر چهارضلعی محدب، برابر  $360^\circ$  است.



$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} + \hat{D} = 360^\circ$$

**سؤال** نیمسازهای داخلی دو زاویه مجاور یک چهارضلعی محدب، یکدیگر را با زاویه  $80^\circ$  قطع می‌کنند. اگر اندازه دو زاویه دیگر  $85^\circ$  و  $x$  باشد، مقدار  $x$  را بیابید.



$$\begin{cases} \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} + \hat{D} = 360^\circ \\ \frac{\hat{D}}{2} + \frac{\hat{C}}{2} + 80^\circ = 180^\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 85^\circ + x + \hat{C} + \hat{D} = 360^\circ \\ \hat{C} + \hat{D} = 200^\circ \end{cases} \Rightarrow x = 360^\circ - 200^\circ - 85^\circ = 75^\circ$$

**پاسخ**

**قضیه ۳** سه عمودمنصف اضلاع هر مثلث هم‌رسند.

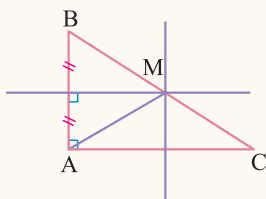
**قضیه ۴** سه ارتفاع هر مثلث هم‌رسند.

**قضیه ۵** سه نیمساز زوایای داخلی هر مثلث هم‌رسند.

**سؤال** ثابت کنید در مثلث قائم‌الزاویه، عمودمنصف اضلاع در وسط وتر هم‌رسند.

**پاسخ** مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  ( $\hat{A} = 90^\circ$ ) مفروض است. عمودمنصف ضلع  $AB$  را رسم می‌کنیم و نقطه تلاقی آن را با وتر  $BC$ ،  $M$  می‌نامیم. داریم

$$MA = MB \text{ و می‌توان نوشت:}$$



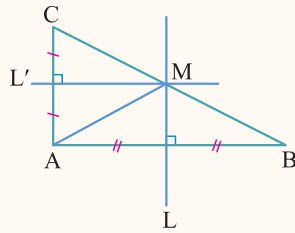
$$\left. \begin{aligned} MA = MB &\Rightarrow \hat{BAM} = \hat{B} \\ \hat{MAC} &= 90^\circ - \hat{BAM} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \hat{MAC} = 90^\circ - \hat{B} \xrightarrow{\hat{C} = 90^\circ - \hat{B}} \hat{MAC} = \hat{C} \Rightarrow MA = MC$$

تساوی اخیر یعنی  $M$  روی عمودمنصف ضلع  $AC$  قرار دارد و هم‌چنین از  $MA = MB$  و  $MA = MC$  نتیجه می‌شود  $BM = MC$ . بنابراین  $M$  نقطه تلاقی عمودمنصف‌های اضلاع مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  در وسط وتر است.

**سؤال** ثابت کنید اگر در مثلثی نقطه هم‌مرسی عمود منصف‌ها روی ضلع مثلث قرار گیرد، آن‌گاه مثلث قائم‌الزاویه است.

**پاسخ** مطابق شکل در مثلث ABC فرض کنیم عمود منصف اضلاع AB، AC و BC در نقطه M روی ضلع BC هم‌رسند. از A به M وصل می‌کنیم،

داریم:

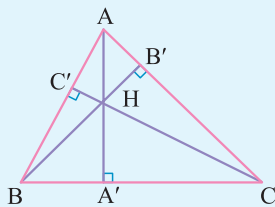


$$\left. \begin{aligned} M \in L &\Rightarrow MA = MB \Rightarrow \widehat{MAB} = \widehat{B} \\ M \in L' &\Rightarrow MA = MC \Rightarrow \widehat{MAC} = \widehat{C} \end{aligned} \right\}$$

$$\xrightarrow{+} \widehat{MAB} + \widehat{MAC} = \widehat{B} + \widehat{C} \Rightarrow \widehat{A} = \widehat{B} + \widehat{C} \xrightarrow{+ \widehat{A} \text{ طرفین}} 2\widehat{A} = \widehat{A} + \widehat{B} + \widehat{C} \Rightarrow 2\widehat{A} = 180^\circ \Rightarrow \widehat{A} = 90^\circ$$

و این یعنی مثلث ABC، در رأس A قائم‌الزاویه است.

**سؤال** در شکل مقابل، سه ارتفاع مثلث رسم شده‌اند. ثابت کنید  $\widehat{BHC} = 180^\circ - \widehat{A}$



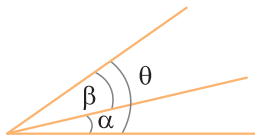
**پاسخ** در چهارضلعی AB'HC' مجموع زوایای برابر  $360^\circ$  است، پس می‌توان نوشت:

$$\widehat{A} + 90^\circ + 90^\circ + \widehat{B'HC'} = 360^\circ \Rightarrow \widehat{B'HC'} = 180^\circ - \widehat{A}$$

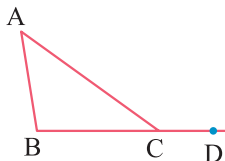
اما دو زاویه  $\widehat{BHC}$  و  $\widehat{B'HC'}$  متقابل به رأس و در نتیجه هم‌اندازه هستند، لذا  $\widehat{BHC} = \widehat{B'HC'} = 180^\circ - \widehat{A}$

## نامساوی‌ها در مثلث

۱ در شکل مقابل همواره داریم:  $\theta > \alpha$  و  $\theta > \beta$

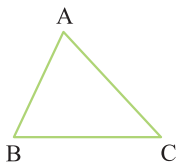


۲ هر زاویه خارجی در مثلث از زوایای داخلی غیر مجاورش بزرگ‌تر است.



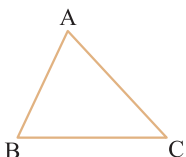
$$\widehat{ACD} > \widehat{A}, \widehat{ACD} > \widehat{B}$$

**قضیه** اگر در مثلثی دو ضلع نابرابر باشند، زاویه روبه‌رو به ضلع بزرگ‌تر، از زاویه روبه‌رو به ضلع کوچک‌تر، بزرگ‌تر است.



$$AB < AC \Rightarrow \widehat{C} < \widehat{B}$$

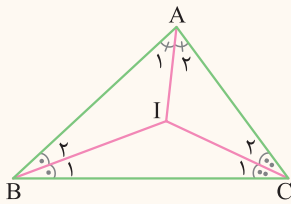
**عکس قضیه فوق:** اگر در مثلثی دو زاویه نابرابر باشند، ضلع روبه‌رو به زاویه بزرگ‌تر، از ضلع روبه‌رو به زاویه کوچک‌تر، بزرگ‌تر است.



$$\widehat{C} < \widehat{B} \Rightarrow AB < AC$$

**سؤال** در مثلث ABC اگر I نقطه هم‌رسی نیم‌سازها و  $BC > AB > AC$  باشد، آن‌گاه ثابت کنید  $BI > CI > AI$

پاسخ



فرض:  $BC > AB > AC$

حکم:  $BI > CI > AI$

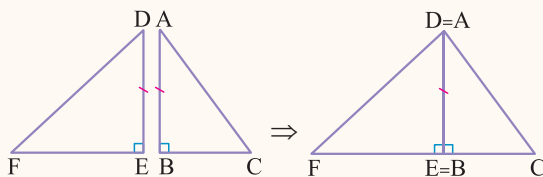
$$BC > AB \Rightarrow \hat{A} > \hat{C} \Rightarrow \frac{\hat{A}}{2} > \frac{\hat{C}}{2} \Rightarrow \hat{A}_2 > \hat{C}_2 \xrightarrow{\text{در مثلث AIC}} CI > AI \quad (1)$$

$$AB > AC \Rightarrow \hat{C} > \hat{B} \Rightarrow \frac{\hat{C}}{2} > \frac{\hat{B}}{2} \Rightarrow \hat{C}_1 > \hat{B}_1 \xrightarrow{\text{در مثلث BIC}} BI > CI \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow BI > CI > AI$$

**سؤال** در دو مثلث قائم‌الزاویه ABC و DEF داریم:  $\hat{B} = \hat{E} = 90^\circ$ ،  $AB = DE$  و  $\hat{C} > \hat{F}$ . ثابت کنید  $DF > AC$

پاسخ



دو مثلث را در ضلعی که اندازه‌شان برابر است، مطابق شکل رسم می‌کنیم. چون در مثلث ACF،  $\hat{C} > \hat{F}$ ، پس بنا به قضیه زاویه بزرگ‌تر، نتیجه می‌شود  $DF > AC$

### گزاره

**تعریف** گزاره جمله‌ای است خبری، درست یا نادرست، اگرچه درست یا نادرست بودن آن بر ما معلوم نباشد.

گزاره‌ای که تنها یک خبر را اعلام کند گزاره ساده گفته می‌شود و اگر بیش از یک خبر را اعلام کند به آن گزاره مرکب گفته می‌شود. مثلاً هر یک از جمله‌های زیر گزاره است:

- فردا هوا بارانی است. (گزاره ساده)
- یازده، عددی اول است. (گزاره ساده)
- فردا هوا برفی است و ۳ عددی زوج است. (گزاره مرکب)
- $\sqrt{2} - \sqrt{3}$  عددی گنگ است. (گزاره ساده)

### نقیض یک گزاره:

اگر P یک گزاره باشد، گزاره «چنین نیست که P» را نقیض P می‌گوییم، مثلاً:

گزاره	نقیض گزاره
a از b بزرگ‌تر است.	چنین نیست که a از b بزرگ‌تر باشد، یعنی a از b بزرگ‌تر نیست و معادل آن این است که $a = b$ یا $a < b$ است.
مجموع زوایای داخلی هر مثلث $180^\circ$ است.	چنین نیست که مجموع زوایای داخلی هر مثلث $180^\circ$ است و معادل آن «مثلثی وجود دارد که مجموع زوایای داخلی آن $180^\circ$ نیست.» می‌باشد.

### نکته

• نقیض «هری» می‌شود «وجود دارد» و جمله منفی می‌شود و «وجود دارد» می‌شود «هری» و جمله منفی می‌شود.

- گزاره‌هایی که با «هیچ» شروع می‌شوند به نوعی با «هری» ارتباط دارند. مثلاً «هیچ مثلثی دو زاویه قائمه ندارد.» معادل این است که بگوییم «هر مثلث دو زاویه قائمه ندارد.»

**مثال** نقیض عبارت «مربعی وجود دارد که متوازی‌الاضلاع نیست.» را بنویسید.

**پاسخ** «چنین نیست که مربعی وجود دارد که متوازی‌الاضلاع نیست» و معادل آن این است که «هر مربعی، متوازی‌الاضلاع است.»

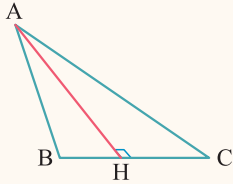
**گزاره شرطی:** هر گزاره به صورت «اگر.....، آن‌گاه.....» گزاره شرطی نامیده می‌شود. مثلاً گزاره «اگر دو ضلع مثلثی برابر باشند، آن‌گاه زوایای مقابل آن‌ها برابر است.» یک گزاره شرطی می‌باشد.

### برهان غیرمستقیم (برهان خلف)

- ا) فرض می‌کنیم نقیض حکم درست باشد. (فرض خلف)  
 ب) به کمک روش‌های درست ریاضی، گزاره‌ای را نتیجه می‌گیریم که با مفروضات مسئله یا یک قضیه یا یک گزاره درست در تناقض باشد.  
 پ) با توجه به قسمت (ب) نتیجه می‌گیریم نقیض حکم نادرست است، در نتیجه حکم درست است.

**سؤال** ثابت کنید در هر مثلث منفرجه‌الزاویه، دو ارتفاع خارج مثلث قرار می‌گیرد.

**پاسخ** فرض کنیم در مثلث  $ABC$  زاویه  $B$  منفرجه باشد. می‌خواهیم ثابت کنیم ارتفاع  $AH$  خارج مثلث  $ABC$  قرار می‌گیرد. برهان خلف: فرض کنیم  $AH$  داخل مثلث یا روی آن قرار گیرد (فرض خلف).



ا) اگر  $AH$  داخل مثلث قرار گیرد (شکل مقابل) بنابه زاویه خارجی در مثلث  $ABH$  نتیجه می‌شود  $\hat{B} < \hat{AHC}$  یا  $\hat{B} < 90^\circ$  و این یعنی زاویه  $B$  حاده است که با فرض منفرجه بودن آن تناقض دارد.

ب) اگر  $AH$  بر  $AB$  منطبق باشد، مثلث  $ABC$  قائم‌الزاویه می‌شود که این با منفرجه‌الزاویه بودن آن تناقض دارد. پس فرض خلف غلط و حکم مسئله درست است. با همین استدلال نتیجه می‌شود ارتفاع رسم شده از رأس  $C$  نیز خارج مثلث قرار می‌گیرد.

### قضیه دو شرطی

اگر عکس یک قضیه درست باشد، آن قضیه را دو شرطی می‌نامند. قضیه‌های دو شرطی به صورت (..... اگر و تنها اگر.....) نوشته می‌شوند و نماد  $\Leftrightarrow$  برای آن‌ها به کار می‌رود. مثلاً قضیه فیثاغورس دو شرطی است و به صورت زیر نوشته می‌شود: «مثلثی قائم‌الزاویه است؛ اگر و تنها اگر مربع یک ضلع آن برابر مجموع مربعات دو ضلع دیگرش باشد.»

### مثال نقض

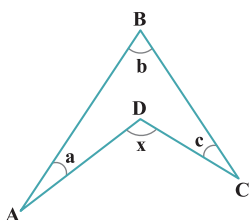
به مثالی که نشان دهد یک حکم کلی یا یک حدس کلی نادرست است، مثال نقض گفته می‌شود. مثلاً حکم کلی «هر چهارضلعی که چهار ضلع برابر داشته باشد، مربع است.» با مثال لوزی، نقض می‌شود. اگر درستی یک حکم کلی را نتوانیم اثبات کنیم و برای رد آن مثال نقض نیز نتوانیم بیان کنیم، نمی‌توانیم درباره درستی آن حکم کلی، نتیجه‌ای بگیریم. مثلاً در ریاضیات، حکم «هر عدد زوج بزرگ‌تر از ۲ را می‌توان به صورت مجموع دو عدد اول نوشت.» معروف به حدس گلدباخ می‌باشد و هنوز درستی آن اثبات و مثال نقضی نیز برای آن پیدا نشده است.

استدلال

### پرسش‌های تشریحی

بسته  
۲

۲۵. اگر با مشاهده تعدادی مثلث که میانه و ارتفاع آن‌ها بر هم منطبق است، نتیجه‌گیری کنیم چنین مثلث‌هایی متساوی‌الساقین می‌باشد، چه استدلالی انجام داده‌ایم؟  
 ۲۶. ثابت کنید مجموع اندازه‌های زوایای داخلی هر مثلث  $180^\circ$  است.  
 ۲۷. ثابت کنید مجموع اندازه‌های زوایای داخلی هر چهارضلعی محدب  $360^\circ$  است.  
 ۲۸. ثابت کنید در هر مثلث، اندازه هر زاویه خارجی برابر مجموع اندازه‌های دو زاویه داخلی غیرمجاورش می‌باشد.  
 ۲۹. ثابت کنید هر زاویه خارجی مثلث از زاویه‌های داخلی غیرمجاورش بزرگ‌تر است.  
 ۳۰. ثابت کنید مجموع زوایای خارجی هر مثلث برابر  $360^\circ$  است.  
 ۳۱. در چهارضلعی مقعر روبه‌رو، ثابت کنید:  $x = a + b + c$



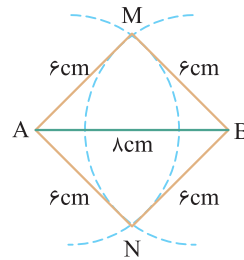
۴  
بخش



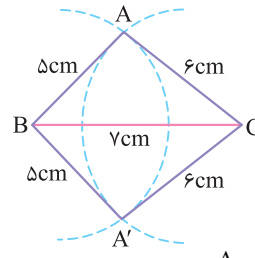
پاسخنامه



**۱ |** ابتدا پاره خط  $AB$  را به طول ۸ سانتی متر رسم می‌کنیم، سپس به مرکز  $A$  و شعاع ۶ سانتی متر و به مرکز  $B$  و شعاع ۶ سانتی متر دو کمان رسم می‌کنیم، محل تلاقی این دو کمان را  $M$  و  $N$  می‌نامیم.  $M$  و  $N$  نقاطی هستند که از دو سر پاره خط  $AB$  به فاصله ۶ سانتی متر هستند.

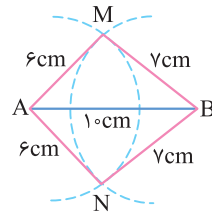


**۲ |** ابتدا یکی از پاره خط‌های به طول ۵ یا ۶ یا ۷ را رسم می‌کنیم، مثلاً پاره خط بزرگ‌تر  $BC = 7$  . سپس دو دایره به مراکز  $B$  و  $C$  و شعاع‌های ۵ و ۶ رسم می‌کنیم، محل تلاقی آن‌ها، جای رأس سوم مثلث یعنی نقطه  $A$  است.

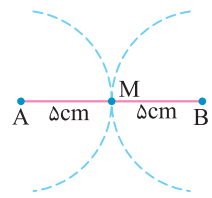


مسئله دارای دو جواب هم‌نهشت  $\triangle ABC$  و  $\triangle A'BC$  است که یک جواب محسوب می‌شود.

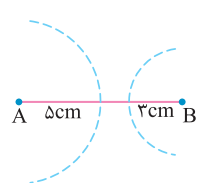
**۳ |** نقاط  $A$  و  $B$  به فاصله ۱۰ سانتی متر از هم هستند، در این صورت دو نقطه وجود دارد که از نقطه  $A$  به فاصله ۶ سانتی متر و از نقطه  $B$  به فاصله ۷ سانتی متر باشد.



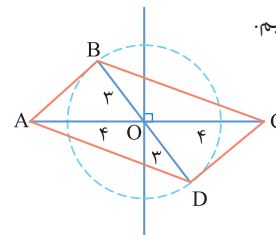
**ب)** نقاط  $A$  و  $B$  به فاصله ۱۰ سانتی متر از هم هستند، در این صورت یک نقطه وجود دارد که از نقطه‌های  $A$  و  $B$  به فاصله ۵ سانتی متر باشد.



**پ)** نقاط  $A$  و  $B$  به فاصله ۱۰ سانتی متر از هم هستند، در این صورت نقطه‌ای وجود ندارد که از نقطه  $A$  به فاصله ۵ cm و از نقطه  $B$  به فاصله ۳ cm باشد.



**۴ |** پاره خط  $AC = 8$  را رسم می‌کنیم.



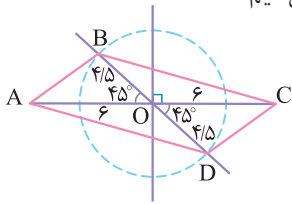
**ب)** عمود منصف پاره خط  $AC$  را رسم می‌کنیم و محل تلاقی آن با  $AC$  را  $O$  می‌نامیم، داریم  $OA = OC = 4$  . به مرکز  $O$  و شعاع ۳، دایره‌ای رسم می‌کنیم.

**ت)** یک قطر دلخواه از این دایره مانند  $BD$  که بر  $AC$  منطبق نیست را رسم می‌کنیم.

**ث)** چهارضلعی  $ABCD$ ، متوازی‌الاضلاع مطلوب است، زیرا قطرهای آن یک‌دیگر را نصف کرده‌اند.

مسئله بی‌شمار جواب دارد، زیرا بی‌شمار قطر مانند  $BD$  می‌توان رسم کرد.

**۵ |** پاره خط  $AC = 12$  را رسم می‌کنیم.

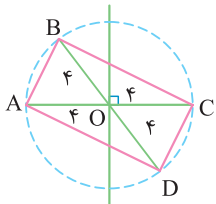


**ب)** عمود منصف پاره خط  $AC$  را رسم می‌کنیم و محل تلاقی آن با  $AC$  را  $O$  می‌نامیم، داریم  $OA = OC = 6$  . به مرکز  $O$  و شعاع  $4/5$  دایره‌ای رسم می‌کنیم.

**ت)** نیمساز زاویه قائمه به رأس  $O$  را مطابق شکل رسم می‌کنیم. نقاط تلاقی آن با دایره،  $B$  و  $D$  می‌باشد.

**ث)** چهارضلعی  $ABCD$  متوازی‌الاضلاع مطلوب است. زیرا قطرهای آن یک‌دیگر را نصف کرده‌اند و زاویه بین آن‌ها  $45^\circ$  است، پس مسئله دقیقاً یک جواب دارد.

**۶ |** پاره خط  $AC = 8$  را رسم می‌کنیم.



**ب)** عمود منصف پاره خط  $AC$  را رسم می‌کنیم و محل تلاقی آن با  $AC$  را  $O$  می‌نامیم، داریم  $OA = OC = 4$  .

**پ)** به مرکز  $O$  و شعاع ۴، دایره‌ای رسم می‌کنیم.

**ت)** قطر دلخواه  $BD$  که بر  $AC$  منطبق نیست را رسم می‌کنیم.

**ث)** چهارضلعی  $ABCD$  مستطیل است زیرا قطرهای آن برابرند و یک‌دیگر را نصف می‌کنند و مسئله بی‌شمار جواب دارد.

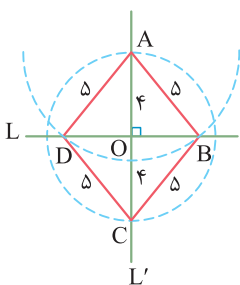
**۷ |** پاره خط  $AC = 10$  را رسم می‌کنیم.

**ب)** عمود منصف پاره خط  $AC$  را رسم می‌کنیم و محل تلاقی آن با  $AC$  را  $O$  می‌نامیم، داریم  $OA = OC = 5$  .

**پ)** به مرکز  $O$  و شعاع ۳ دایره‌ای رسم می‌کنیم، نقطه‌های تلاقی آن با عمود منصف را  $B$  و  $D$  می‌نامیم.

**ت)** چهارضلعی  $ABCD$  لوزی است، زیرا قطرهای آن بر هم عمودند و یک‌دیگر را نصف می‌کنند.

**۸ |** دو خط عمود بر هم به نام‌های  $L$  و  $L'$  را رسم می‌کنیم.

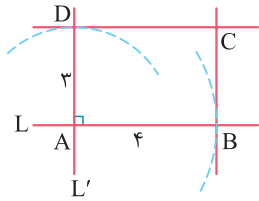


**ب)** به مرکز  $O$  و شعاع ۴ دایره‌ای رسم می‌کنیم و محل تلاقی آن با خط  $L'$  را  $A$  و  $C$  می‌نامیم.

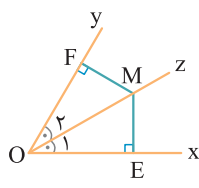
**پ)** به مرکز  $A$  و شعاع ۵، کمانی رسم می‌کنیم و محل تلاقی آن با خط  $L$  را نقاط  $B$  و  $D$  می‌نامیم. مثلث‌های قائم‌الزاویه  $AOB$  و  $AOD$  به حالت برابری وتر و یک ضلع هم‌نهشت‌اند پس  $OB = OD$

**ت)**  $ABCD$  لوزی به ضلع ۵ و قطر ۸ می‌باشد، زیرا قطرهای آن عمود منصف یک‌دیگرند.

۱۳ | دو خط عمود بر هم  $L$  و  $L'$  را رسم می‌کنیم و نقطه تلاقی آن‌ها را  $A$  می‌نامیم. به مرکز  $A$  و شعاع ۴ کمانی رسم می‌کنیم تا خط  $L$  را در نقطه  $B$  قطع کند. همچنین به مرکز  $A$  و شعاع ۳ کمانی رسم می‌کنیم تا خط  $L'$  را در نقطه  $D$  قطع کند.



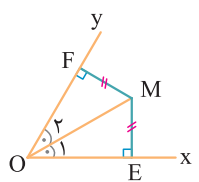
در نقطه  $B$  خطی عمود بر  $L$  و در نقطه  $D$  خطی عمود بر  $L'$  رسم می‌کنیم، نقطه تلاقی این دو خط را  $C$  می‌نامیم. مستطیل  $ABCD$  مطلوب است.



۱۴ | فرض:  $\widehat{O}_1 = \widehat{O}_2$ ، حکم:  $ME = MF$

$$\left. \begin{array}{l} \widehat{O}_1 = \widehat{O}_2 \\ OM = OM \\ \widehat{E} = \widehat{F} = 90^\circ \end{array} \right\}$$

$$\xrightarrow{\text{وتر و یک زاویه حاده}} \triangle OME \cong \triangle OMF \Rightarrow ME = MF$$



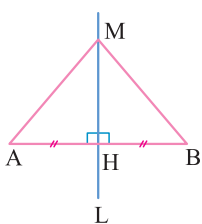
۱۵ | فرض:  $ME = MF$ ، حکم:  $\widehat{O}_1 = \widehat{O}_2$

$$\left. \begin{array}{l} OM = OM \\ ME = MF \\ \widehat{E} = \widehat{F} = 90^\circ \end{array} \right\}$$

$$\xrightarrow{\text{وتر و یک ضلع}} \triangle OME \cong \triangle OMF \Rightarrow \widehat{O}_1 = \widehat{O}_2$$

یعنی نقطه  $M$  روی نیمساز زاویه  $xOy$  قرار دارد.

۱۶ | فرض: خط  $L$  عمودمنصف  $AB$  است. حکم:  $MA = MB$

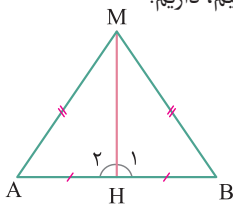


$$\left. \begin{array}{l} AH = BH \\ \widehat{AHM} = \widehat{BHM} = 90^\circ \\ MH = MH \end{array} \right\}$$

$$\xrightarrow{\text{(ض ض ض)}} \triangle AMH \cong \triangle BMH \Rightarrow MA = MB$$

۱۷ | فرض:  $MA = MB$ ، حکم:  $M$  روی عمودمنصف  $AB$  قرار دارد.

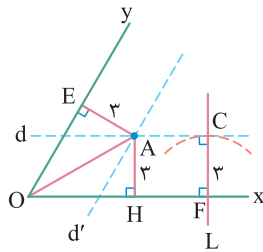
نقطه  $M$  را به وسط پاره خط  $AB$  وصل می‌کنیم، داریم:



$$\left. \begin{array}{l} AM = MB \\ MH = MH \\ AH = BH \end{array} \right\}$$

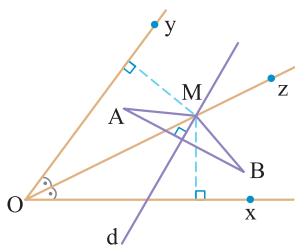
$$\xrightarrow{\text{(ض ض ض)}} \triangle AMH \cong \triangle BMH \Rightarrow \widehat{H}_1 = \widehat{H}_2$$

از طرفی  $\widehat{H}_1 + \widehat{H}_2 = 180^\circ$ ، پس  $\widehat{H}_1 = \widehat{H}_2 = 90^\circ$ ، یعنی  $MH$  عمودمنصف پاره خط  $AB$  است، پس  $M$  روی عمودمنصف پاره خط  $AB$  قرار دارد.



۹ | خط دلخواه  $L$  را در  $F$  عمود بر  $Ox$  رسم می‌کنیم، کمانی به مرکز  $F$  و شعاع ۳ رسم می‌کنیم تا خط  $L$  را در نقطه  $C$  قطع کند. در نقطه  $C$ ، خط  $d$  را عمود بر  $L$  رسم می‌کنیم. همه نقاط خط  $d$  از نیم خط  $Ox$  به فاصله ۳ می‌باشند.

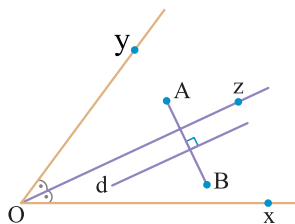
به طریق مشابه خط  $d'$  موازی  $Oy$  و به فاصله ۳ از آن رسم می‌شود، محل تلاقی  $d$  و  $d'$  نقطه  $A$  است که از دو نیم خط  $Ox$  و  $Oy$  به فاصله ۳ است. چون نقطه  $A$  از ضلع‌های زاویه  $xOy$  به یک فاصله است، پس روی نیمساز زاویه  $xOy$  قرار دارد، از طرفی  $O$  نقطه‌ای از نیمساز زاویه  $xOy$  است. در نتیجه نیم خط شامل پاره خط  $OA$  نیمساز زاویه  $xOy$  است.



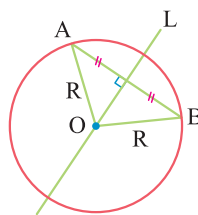
۱۰ | نیمساز زاویه  $xOy$  و سپس خط  $d$  عمودمنصف پاره خط  $AB$  را رسم می‌کنیم و نقطه تلاقی آن با  $Oz$  را  $M$  می‌نامیم. نقطه  $M$  از دو ضلع زاویه  $xOy$  و از دو سر پاره خط  $AB$  به یک فاصله است.

اگر نیمساز  $Oz$  بر خط  $d$  منطبق شود، در این صورت مسئله بی‌شمار جواب دارد و این اتفاق، وقتی می‌افتد که  $A$  و  $B$  دو طرف  $Oz$  قرار گرفته و از آن به یک فاصله باشند.

اما اگر نیمساز  $Oz$  و خط  $d$  موازی باشند، مسئله جواب ندارد.

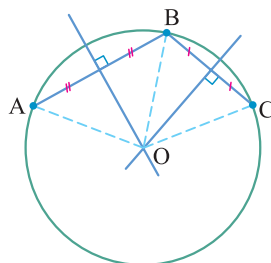


۱۱ | فرض کنید خط  $L$  عمودمنصف وتر  $AB$  در دایره به مرکز  $O$  و شعاع  $R$  باشد، چون  $OA = OB = R$  است، پس نقطه  $O$  روی عمودمنصف پاره خط  $AB$  یعنی خط  $L$  قرار دارد.

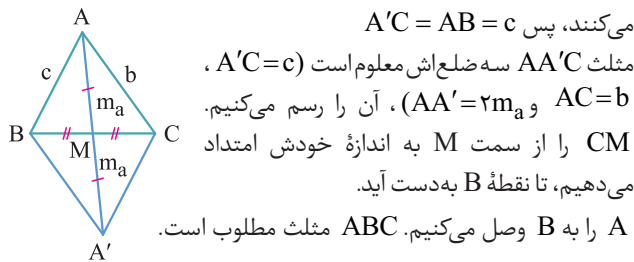


۱۲ | نقاط  $A$  و  $B$  را مطابق شکل روی کمان داده شده در نظر می‌گیریم. عمودمنصف پاره خط‌های  $AB$  و  $AC$  را رسم می‌کنیم.

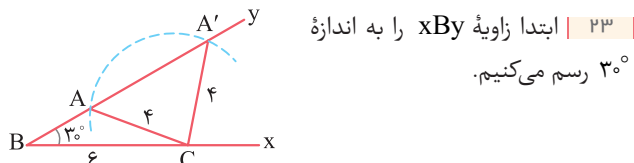
چون هر دوی این عمودمنصف‌ها از مرکز دایره می‌گذرند، پس نقطه تلاقی آن‌ها یعنی نقطه  $O$  مرکز دایره‌ای است که این کمان بخشی از آن است.



چهارضلعی  $ABA'C$  متوازی الاضلاع است؛ زیرا قطرهایش یک دیگر را نصف می‌کنند، پس  $A'C = AB = c$

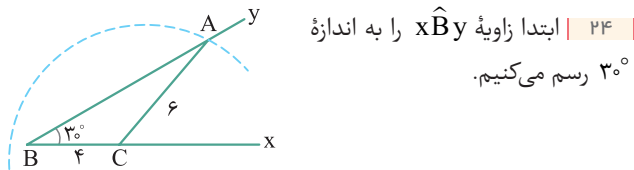


مثلث  $AA'C$  سه ضلع اش معلوم است ( $A'C = c$ )،  $AC = b$  و  $AA' = 2m_a$ ، آن را رسم می‌کنیم.  $CM$  را از سمت  $M$  به اندازه خودش امتداد می‌دهیم، تا نقطه  $B$  به دست آید. مثلث  $ABC$  مثلث مطلوب است.



۲۳ | ابتدا زاویه  $xBy$  را به اندازه  $30^\circ$  رسم می‌کنیم.

به مرکز  $B$  و شعاع  $6$  کمانی رسم می‌کنیم تا نیم خط  $Ox$  را در نقطه  $C$  قطع کند. به مرکز  $C$  و شعاع  $4$  سانتی متر کمانی رسم می‌کنیم. نقاطی تلاقی آن با نیم خط  $By$  را  $A'$  و  $A$  می‌نامیم. مثلث‌های غیرهم‌نهشت  $ABC$  و  $A'BC$  جواب هستند.

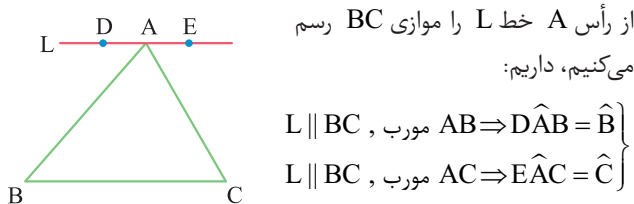


۲۴ | ابتدا زاویه  $xBy$  را به اندازه  $30^\circ$  رسم می‌کنیم.

به مرکز  $B$  و شعاع  $4$  سانتی متر کمانی رسم می‌کنیم تا نیم خط  $Bx$  را در  $C$  قطع کند. به مرکز  $C$  و شعاع  $6$  سانتی متر، کمانی رسم می‌کنیم. این کمان، نیم خط  $By$  را دقیقاً در یک نقطه مثلاً به نام  $A$  قطع می‌کند. مثلث  $ABC$  جواب است.

۲۵ | استدلال استقرایی

۲۶ | حکم:  $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ$ ، مثلث  $ABC$ : فرض



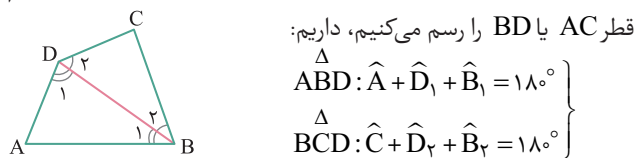
از رأس  $A$  خط  $L$  را موازی  $BC$  رسم می‌کنیم، داریم:

$$\left. \begin{aligned} L \parallel BC, \text{ مورب } AB &\Rightarrow \hat{DAB} = \hat{B} \\ L \parallel BC, \text{ مورب } AC &\Rightarrow \hat{EAC} = \hat{C} \end{aligned} \right\}$$

از طرفی داریم  $\hat{DAB} + \hat{A} + \hat{EAC} = 180^\circ$  و با قرار دادن تساوی‌های فوق در آن نتیجه می‌شود:

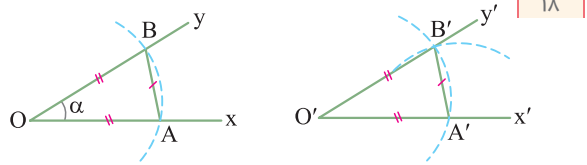
۲۷ | فرض:  $ABCD$  چهارضلعی محدب

حکم:  $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} + \hat{D} = 360^\circ$



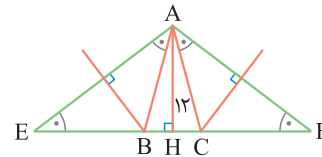
$$\left. \begin{aligned} \text{قطر } AC \text{ یا } BD \text{ را رسم می‌کنیم، داریم:} \\ \triangle ABD: \hat{A} + \hat{D}_1 + \hat{B}_1 &= 180^\circ \\ \triangle BCD: \hat{C} + \hat{D}_2 + \hat{B}_2 &= 180^\circ \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \hat{A} + \hat{C} + (\hat{D}_1 + \hat{D}_2) + (\hat{B}_1 + \hat{B}_2) &= 360^\circ \\ \Rightarrow \hat{A} + \hat{C} + \hat{D} + \hat{B} &= 360^\circ \end{aligned}$$

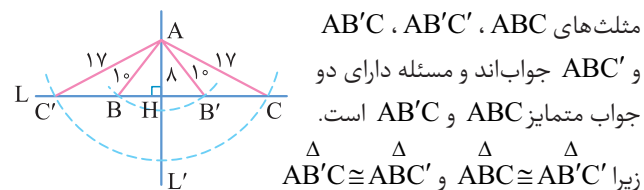


۱۸ | نقطه  $A$  را غیر از  $O$  روی نیم خط  $Ox$  در نظر می‌گیریم. کمانی به مرکز  $O$  و شعاع  $OA$ ، نیم خط  $Oy$  را در نقطه‌ای مانند  $B$  قطع می‌کند، داریم  $OA = OB$ . به مرکز  $O'$  و شعاع  $OA$  کمانی رسم می‌کنیم، نقطه تلاقی آن را با نیم خط  $O'x'$ ، نقطه  $A'$  می‌نامیم. به مرکز  $A'$  و شعاع  $AB$  کمانی رسم می‌کنیم، یک نقطه تلاقی آن را با کمان قبل نقطه  $B'$  می‌نامیم.  $O'$  را به  $B'$  وصل کرده و امتداد می‌دهیم. اندازه زاویه  $x'O'y'$  برابر  $\alpha$  است زیرا دو مثلث  $OAB$  و  $O'A'B'$  به حالت (ض ض ض) هم‌نهشت هستند.

۱۹ | پاره خط  $EF$  را به طول  $39$  سانتی متر رسم می‌کنیم. عمود منصف این پاره خط را رسم می‌کنیم و روی آن پاره خط  $AH$  را به طول  $12$  سانتی متر جدا می‌کنیم. مثلث  $AEF$  متساوی الساقین است. عمود منصف ساق‌های  $AE$  و  $AF$  را رسم می‌کنیم. نقطه تلاقی آن‌ها را با  $B$  و  $C$  به ترتیب  $B$  و  $C$  می‌نامیم. دو مثلث متساوی الساقین  $ABE$  و  $ACF$  به حالت (ض ض ز) هم‌نهشت‌اند. پس  $BE = AB = AC = CF$ . در نتیجه محیط مثلث متساوی الساقین  $ABC$  برابر  $39$  است و ارتفاع وارد بر قاعده آن  $AH = 12$  است.

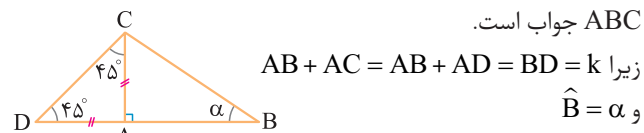


۲۰ | دو خط عمود بر هم  $L$  و  $L'$  را رسم می‌کنیم.  $AH$  را روی  $L'$  برابر  $8$  جدا می‌کنیم. به مرکز  $A$  و شعاع  $10$  و به مرکز  $A$  و شعاع  $17$ ، دو کمان رسم می‌کنیم. نقاط تلاقی آن‌ها با خط  $L$  را  $B, B', C, C'$  می‌نامیم.



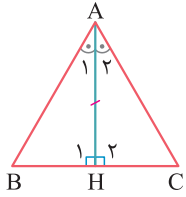
مثلث‌های  $ABC, AB'C', AB'C$  و  $ABC'$  جواب‌اند و مسئله دارای دو جواب متمایز  $ABC$  و  $AB'C$  است. زیرا  $\triangle ABC \cong \triangle AB'C'$  و  $\triangle AB'C \cong \triangle ABC'$

۲۱ | بنا به فرض  $\hat{B} = \alpha$  و  $AB + AC = k$  معلوم هستند. ابتدا پاره خط  $BD = k$  را رسم می‌کنیم. زوایایی به اندازه  $45^\circ$  و  $\alpha$  را به ترتیب در رأس‌های  $D$  و  $B$  می‌سازیم. محل برخورد اضلاع دیگرشان را  $C$  می‌نامیم. از  $C$  بر  $BD$  عمود می‌کشیم. پای عمود را  $A$  می‌نامیم. مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  جواب است.



زیرا  $AB + AC = AB + AD = BD = k$  و  $\hat{B} = \alpha$

۲۲ | بنا به فرض  $AB = c, AC = b, AM = m_a$  معلوم هستند، میانۀ  $AM$  را به اندازه خودش امتداد می‌دهیم تا نقطه  $A'$  به دست آید.



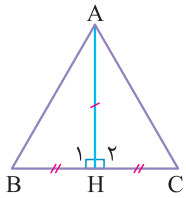
۳۳ | فرض:  $AH \perp BC$  و  $\hat{A}$  نیمساز  $AH$

حکم:  $\triangle ABC$  متساوی الساقین است.

$$(\hat{A}_1 = \hat{A}_2, AH = AH, \hat{H}_1 = \hat{H}_2 = 90^\circ)$$

$$\xrightarrow{\text{(ض ز)}} \triangle ABH \cong \triangle ACH \Rightarrow AB = AC$$

پس مثلث  $ABC$  متساوی الساقین است.



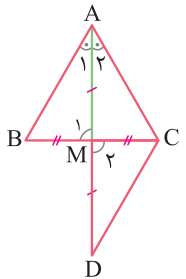
۳۴ | فرض:  $AH \perp BC$  و  $BH = CH$

حکم:  $\triangle ABC$  متساوی الساقین است.

$$(AH = AH, \hat{H}_1 = \hat{H}_2 = 90^\circ, BH = CH)$$

$$\xrightarrow{\text{(ض ض)}} \triangle ABH \cong \triangle ACH \Rightarrow \hat{B} = \hat{C}$$

پس مثلث  $ABC$  متساوی الساقین است.



۳۵ | فرض:  $AM$  نیمساز  $\hat{A}$  و  $BM = CM$

حکم:  $\triangle ABC$  متساوی الساقین است.

میانۀ  $AM$  را به اندازه خودش تا نقطه  $D$  امتداد می‌دهیم، داریم:

$$(BM = CM, \hat{M}_1 = \hat{M}_2, AM = DM)$$

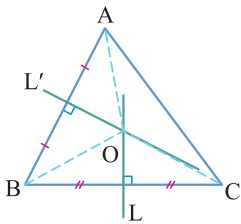
$$\xrightarrow{\text{(ض ض)}} \triangle ABM \cong \triangle DCM \Rightarrow \begin{cases} AB = CD & (1) \\ \hat{D} = \hat{A}_1 \end{cases}$$

$$\hat{D} = \hat{A}_1 \xrightarrow{\hat{A}_1 = \hat{A}_2} \hat{D} = \hat{A}_2 \Rightarrow AC = CD \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow AB = AC \Rightarrow \triangle ABC \text{ متساوی الساقین است}$$

۳۶ | فرض:  $\triangle ABC$  مثلث دلخواه

حکم: عمودمنصف اضلاع  $AB$ ،  $AC$  و  $BC$  هم‌رسند.



نقطه تلاقی عمودمنصف اضلاع  $BC$  و  $AB$

(خط‌های  $L$  و  $L'$ ) را  $O$  می‌نامیم

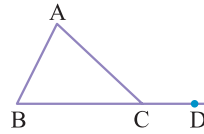
و  $O$  را به رأس‌های مثلث وصل می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} O \in L \Rightarrow OB = OC \\ O \in L' \Rightarrow OB = OA \end{array} \right\} \Rightarrow OA = OC$$

و این یعنی نقطه  $O$  از دو سرپاره خط  $AC$  به یک فاصله است، پس  $O$  روی عمودمنصف ضلع  $AC$  قرار دارد و این یعنی سه عمودمنصف اضلاع مثلث  $ABC$  در نقطه  $O$  هم‌رسند.

۳۷ | فرض:  $\triangle ABC$  مثلث دلخواه

حکم: ارتفاع‌های وارد بر اضلاع  $AC$ ،  $AB$  و  $BC$  هم‌رسند.

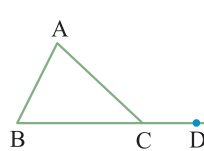


۳۸ | فرض:  $\hat{ACD}$  زاویه خارجی  $\triangle ABC$

$$\text{حکم: } \hat{ACD} = \hat{A} + \hat{B}$$

$$\left. \begin{array}{l} \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ \\ \hat{C} + \hat{ACD} = 180^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \hat{C} + \hat{ACD}$$

$$\Rightarrow \hat{ACD} = \hat{A} + \hat{B}$$



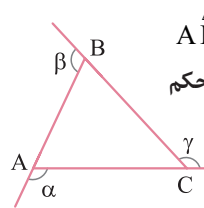
۳۹ | فرض:  $\hat{ACD}$  زاویه خارجی  $\triangle ABC$

$$\text{حکم: } \hat{ACD} > \hat{B}, \hat{ACD} > \hat{A}$$

می‌دانیم اندازه هر زاویه خارجی مثلث برابر مجموع اندازه‌های زوایای داخلی غیرمجاور

مثلث است. لذا:

$$\hat{ACD} = \hat{A} + \hat{B} \Rightarrow \hat{ACD} > \hat{A}, \hat{ACD} > \hat{B}$$

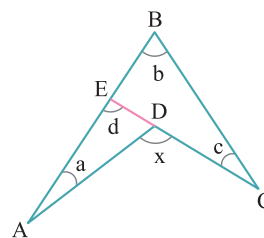


۴۰ | فرض:  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  زاویه‌های خارجی  $\triangle ABC$

$$\text{حکم: } \alpha + \beta + \gamma = 360^\circ$$

بنابه ویژگی زاویه خارجی در مثلث  $ABC$  داریم:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha = \hat{B} + \hat{C} \\ \beta = \hat{A} + \hat{C} \\ \gamma = \hat{A} + \hat{B} \end{array} \right\} \xrightarrow{+} \alpha + \beta + \gamma = 2(\hat{A} + \hat{B} + \hat{C}) = 2 \times 180^\circ = 360^\circ$$



۴۱ | فرض:  $ABCD$  چهارضلعی مقعر

$$\text{حکم: } x = a + b + c$$

مطابق شکل، امتداد ضلع  $CD$ ، ضلع  $AB$

را در  $E$  قطع می‌کند. بنابه ویژگی زاویه

خارجی در مثلث‌های  $\triangle BCE$  و  $\triangle ADE$

داریم:

$$\left. \begin{array}{l} x = a + d \\ d = b + c \end{array} \right\} \Rightarrow x = a + b + c$$

۴۲ | فرض:  $\hat{EBC}$  و  $\hat{FDC}$  به ترتیب زوایای خارجی  $\hat{B}$  و  $\hat{D}$  در

چهارضلعی محدب  $ABCD$

$$\text{حکم: } \hat{EBC} + \hat{FDC} = \hat{A} + \hat{C}$$

قطر  $AC$  را رسم می‌کنیم. بنابه زاویه خارجی

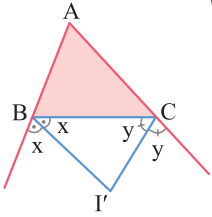
در مثلث‌های  $ABC$  و  $ACD$  داریم:

$$\left. \begin{array}{l} \hat{EBC} = \hat{A}_1 + \hat{C}_1 \\ \hat{FDC} = \hat{A}_2 + \hat{C}_2 \end{array} \right\} \xrightarrow{+} \hat{EBC} + \hat{FDC} = (\hat{A}_1 + \hat{A}_2) + (\hat{C}_1 + \hat{C}_2)$$

$$\Rightarrow \hat{EBC} + \hat{FDC} = \hat{A} + \hat{C}$$

۴۰ | فرض:  $BI'$  و  $CI'$  نیمسازهای خارجی زوایای  $\hat{B}$  و  $\hat{C}$  در مثلث  $ABC$

حکم:  $\hat{B'I'C} = 90^\circ - \frac{\hat{A}}{2}$



مطابق شکل داریم:

$$2x = 180^\circ - \hat{B} \Rightarrow x = 90^\circ - \frac{\hat{B}}{2}$$

$$2y = 180^\circ - \hat{C} \Rightarrow y = 90^\circ - \frac{\hat{C}}{2}$$

در مثلث  $BI'C$  داریم:

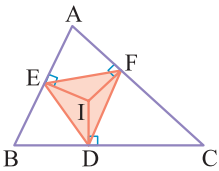
$$x + y + \hat{B'I'C} = 180^\circ \Rightarrow 90^\circ - \frac{\hat{B}}{2} + 90^\circ - \frac{\hat{C}}{2} + \hat{B'I'C} = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \hat{B'I'C} = \frac{\hat{B} + \hat{C}}{2} = \frac{180^\circ - \hat{A}}{2} = 90^\circ - \frac{\hat{A}}{2}$$

۴۱ | فرض:  $I$  نقطه همرسی نیمسازهای مثلث  $ABC$  و  $IE$ ،  $ID$  و  $IF$  عمود بر اضلاع

حکم:  $I$  نقطه همرسی عمودمنصف‌های  $\triangle DEF$

می‌دانیم  $I$  از اضلاع  $ABC$  به یک فاصله است؛ پس  $IE = IF = ID$  که نتیجه می‌دهد نقطه  $I$  در مثلث  $EFD$  از سه رأس آن به یک فاصله است، لذا  $I$  نقطه همرسی عمودمنصف‌های اضلاع مثلث  $DEF$  است.



۴۲ | فرض: نیمساز زاویه داخلی  $\hat{A}$ ، نیمساز زاویه خارجی  $\hat{B}$  و نیمساز زاویه خارجی  $\hat{C}$  در مثلث  $ABC$  را رسم می‌کنیم.

حکم: سه نیمساز فوق هم‌رسند.

نقطه تلاقی نیمسازهای زوایای خارجی  $B$  و  $C$  در مثلث  $ABC$  را  $O$  می‌نامیم. می‌خواهیم ثابت کنیم نیمساز زاویه  $A$  هم از  $O$  می‌گذرد. به همین جهت از  $O$  برضلع  $BC$  و امتداد اضلاع  $AB$  و  $AC$  عمود می‌کنیم. داریم:

$$\left. \begin{aligned} O \text{ روی نیمساز زاویه خارجی } \hat{B} &\Rightarrow OE = OD \\ O \text{ روی نیمساز زاویه خارجی } \hat{C} &\Rightarrow OF = OD \end{aligned} \right\} \Rightarrow OE = OF$$

و این یعنی نقطه  $O$  از اضلاع زاویه  $A$  به یک فاصله است، پس  $O$  روی نیمساز زاویه  $A$  قرار دارد.

۴۳ | فرض:  $EH$ ، عمودمنصف  $AB$  و  $MF$ ، عمودمنصف  $AC$  در مثلث  $ABC$  و  $O$  نقطه تلاقی آن‌ها است.

حکم:  $O$ ، نقطه همرسی نیمسازهای زوایای مثلث  $AEF$  است.

در مثلث حاده‌الزوایای  $ABC$ ،  $O$  نقطه تلاقی عمودمنصف‌های اضلاع  $AB$  و  $AC$ ، همان نقطه همرسی عمودمنصف‌ها می‌باشد.  $EH$  عمودمنصف  $AB$  است، پس مثلث  $AEB$  متساوی‌الساقین است ( $AE = BE$ )، بنابراین  $EH$  نیمساز زاویه  $AEF$  است.

مطابق شکل  $AE$ ،  $BF$  و  $CD$ ، سه ارتفاع مثلث  $ABC$  هستند.

از رأس‌های مثلث  $ABC$  خط‌هایی موازی اضلاع مقابل آن رأس‌ها رسم می‌کنیم تا مثلث  $A'B'C'$  پدید آید، داریم:

$$\left. \begin{aligned} AB' \parallel BC, \text{ مورب } AC &\Rightarrow \hat{BCA} = \hat{B'AC} \\ AC = CA & \\ AB \parallel B'C, \text{ مورب } AC &\Rightarrow \hat{BAC} = \hat{B'CA} \end{aligned} \right\}$$

$$\xrightarrow{\text{(زض ز)}} \triangle ABC \cong \triangle CB'A \Rightarrow AB' = BC$$

با استدلال مشابه دو مثلث  $ABC$  و  $BAC'$  نیز به حالت (زض ز) هم‌نهشت‌اند؛ پس  $AC' = BC = AB'$  و در نتیجه  $AC' = BC = AB'$  و این یعنی  $A$  وسط  $B'C'$  است.

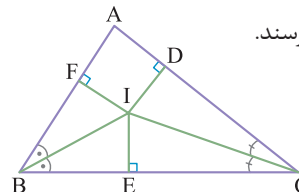
$$B'C' \parallel BC, \quad AE \perp BC \Rightarrow AE \perp B'C'$$

بنابراین  $AE$  عمودمنصف  $B'C'$  است. با استدلال مشابه نتیجه می‌شود  $BF$  عمودمنصف  $A'C'$  و  $CD$  عمودمنصف  $A'B'$  است. از طرفی عمودمنصف اضلاع مثلث  $A'B'C'$  هم‌رسند، پس ارتفاع‌های مثلث  $ABC$  نیز هم‌رسند.

۳۸ | فرض:  $\triangle ABC$  دلخواه

حکم: نیمساز زوایای  $\hat{A}$ ،  $\hat{B}$  و  $\hat{C}$ ، هم‌رسند.

نقطه تلاقی نیمسازهای زوایای  $\hat{B}$  و  $\hat{C}$  را  $I$  می‌نامیم. از  $I$  بر اضلاع مثلث، عمودهای  $IE$ ،  $IF$  و  $ID$  را رسم می‌کنیم، داریم:

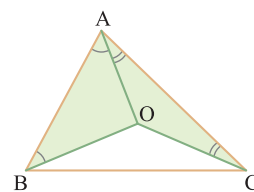


$$\left. \begin{aligned} I \text{ روی نیمساز زاویه } \hat{B} &\Rightarrow IE = IF \\ I \text{ روی نیمساز زاویه } \hat{C} &\Rightarrow IF = ID \end{aligned} \right\} \Rightarrow IF = ID$$

و این یعنی نقطه  $I$  از دو ضلع زاویه  $A$  نیز به یک فاصله است، پس  $I$  روی نیمساز زاویه  $A$  قرار دارد، یعنی سه نیمساز زوایای داخلی مثلث  $ABC$  هم‌رسند.

۳۹ | فرض:  $O$ ، نقطه همرسی عمودمنصف‌های اضلاع مثلث  $ABC$  داخل آن است.

حکم:  $\hat{BOC} = 2\hat{A}$



$O$  را به  $A$  وصل می‌کنیم. چون  $O$  نقطه همرسی عمودمنصف‌های مثلث  $ABC$  است، پس  $OA = OB = OC$  است، در نتیجه داریم:

$$\left. \begin{aligned} OA = OB &\Rightarrow \hat{OBA} = \hat{OAB} \\ OA = OC &\Rightarrow \hat{OCA} = \hat{OAC} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \hat{OBA} + \hat{OCA} = \hat{OAB} + \hat{OAC} = \hat{A}$$

اما در چهارضلعی مقعر  $ABOC$  داریم:

$$\hat{BOC} = \hat{OBA} + \hat{A} + \hat{OCA} = \underbrace{\hat{OBA} + \hat{OCA}}_{\hat{A}} + \hat{A} = 2\hat{A}$$



# فرمول بسیار

در این کتابچه،  
«تمرین‌های» کتاب درسی  
را به طور کامل پاسخ  
داده‌ایم.  
از آن جایی که تقریباً  
بیش از نیمی از سؤالات  
امتحانات نهایی مشابه  
تمرینات کتاب درسی  
طراحی می‌شوند مرور  
مطالب این کتابچه در  
شب امتحان به شما کمک  
می‌کند تا با آمادگی کامل  
سر جلسه امتحان حاضر  
شوید.

تهران، میدان انقلاب  
نیش بازارچه کتاب

[www.gajmarket.com](http://www.gajmarket.com)

# فهرست

ترسیم‌های هندسی  
و استدلال

۳

فصل اول

قضیهٔ تالس، تشابه  
و کاربردهای آن

۱۲

فصل دوم

چندضلعی‌ها

۲۶

فصل سوم

تجسم فضایی

۴۶

فصل چهارم



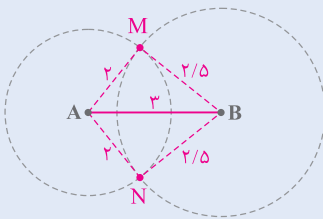
# فصل

## ترسیم‌های هندسی و استدلال

### درس ۱ | ترسیم‌های هندسی

#### کاردرکلاس | ص ۱۱ کتاب درسی

۱ دو نقطه مانند A و B را به فاصله ۳ سانتی‌متر از هم در نظر بگیرید. نقاطی را بیابید که



فاصله‌شان از A، ۲ و از B،  $\frac{2}{5}$  سانتی‌متر باشد. همهٔ نقاطی که از نقطهٔ A به فاصلهٔ ۲ سانتی‌متر باشند، روی دایره‌ای به مرکز A و به شعاع ۲ سانتی‌متر قرار دارند. همچنین همهٔ نقاطی که از نقطهٔ B به فاصلهٔ  $\frac{2}{5}$  سانتی‌متر باشند، روی دایره‌ای به مرکز B و شعاع  $\frac{2}{5}$  سانتی‌متر قرار دارند.

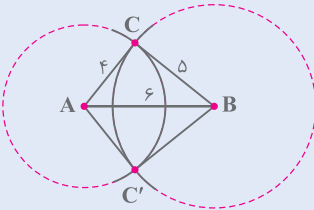
پس جواب مسئله، محل برخورد این دو دایره است. از آنجا که مجموع شعاع‌های دو دایره (یعنی  $\frac{4}{5}$ ) از فاصلهٔ A و B (یعنی ۳) بزرگ‌تر است، (چون  $2 < \frac{4}{5} + 2 < AB < 2 + \frac{2}{5}$ ) دایره‌ها در دو نقطهٔ M و N متقاطع‌اند و مسئله دو جواب دارد.

$$MA = 2\text{cm}, MB = \frac{2}{5}\text{cm}$$

$$NA = 2\text{cm}, NB = \frac{2}{5}\text{cm}$$

۲ توضیح دهید که چگونه می‌توان مثلثی به طول

اضلاع ۴ و ۵ و ۶ واحد رسم کرد.

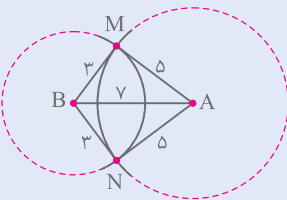


ابتدا پاره خطی به طول ۶ واحد رسم می‌کنیم؛ سپس به مرکز A دایره‌ای به شعاع ۴ واحد و همچنین دایرهٔ دیگری به مرکز B و شعاع ۵ واحد رسم می‌کنیم. محل برخورد این دو دایره، رأس سوم مثلث است.

۳ نقاط A و B به فاصلهٔ ۷ سانتی‌متر از هم قرار دارند. نقطه‌ای پیدا کنید که فاصله‌اش از

نقطهٔ A برابر ..... و از نقطهٔ B برابر ..... باشد. جاهای خالی را به گونه‌ای کامل

کنید که مسئلهٔ زیر:

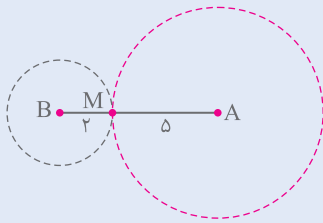


(الف) دو جواب داشته باشد.

نقاط A و B به فاصلهٔ ۷ سانتی‌متر از هم قرار دارند. نقطه‌ای پیدا کنید که فاصله‌اش از نقطهٔ A برابر ۵ cm و از نقطهٔ B برابر ۳ cm باشد.

دو دایره به مرکزهای A و B و به شعاع‌های ۵ و ۳ سانتی متر رسم می‌کنیم. از آنجا که  $۵ + ۳ > ۷$ ، این دو دایره در دو نقطه متقاطع‌اند (M و N) و مسئله دو جواب دارد.

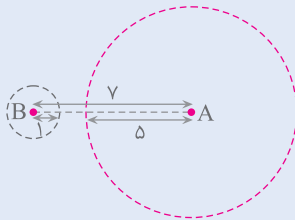
**(ب) یک جواب داشته باشد.**



نقاط A و B به فاصله ۷ سانتی متر از هم قرار دارند. نقطه‌ای پیدا کنید که فاصله‌اش از نقطه A برابر ۵ cm و از نقطه B برابر ۲ cm باشد.

دو دایره به مرکزهای A و B و به شعاع‌های ۵ و ۲ سانتی متر رسم می‌کنیم. از آنجا که  $۵ + ۲ = ۷$ ، این دو دایره مماس‌اند و مسئله یک جواب دارد (نقطه M).

**(پ) جواب نداشته باشد.**



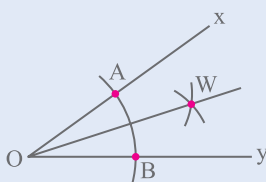
نقاط A و B به فاصله ۷ سانتی متر از هم قرار دارند. نقطه‌ای پیدا کنید که فاصله‌اش از نقطه A برابر ۵ cm و از نقطه B برابر ۱ cm باشد.

دو دایره به مرکزهای A و B و به شعاع‌های ۵ و ۱ سانتی متر رسم می‌کنیم. از آنجا که  $۵ + ۱ < ۷$ ، این دو دایره یکدیگر را قطع نمی‌کنند و مسئله جواب ندارد.

برای هر قسمت از این سؤال می‌توان بی‌شمار جواب یافت و عددهای ارائه‌شده فقط یک نمونه از جواب‌ها هستند.

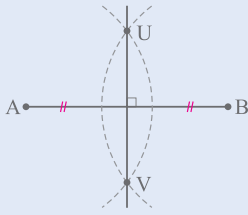
## کاردرکلاس | ص ۱۲ کتاب درسی

**روش رسم نیمساز یک زاویه را توضیح دهید.**



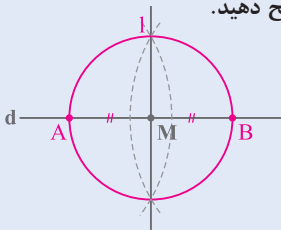
زاویه  $xOy$  مفروض است. کمانی دلخواه به مرکز O رسم می‌کنیم تا اضلاع زاویه را در نقطه‌های A و B قطع کند. سپس دهانه پیرگار را به اندازه‌ای بیشتر از نصف فاصله A تا B باز کرده و به مرکزهای A و B دو کمان می‌زنیم تا یکدیگر را در W قطع کنند. OW نیمساز  $\widehat{xOy}$  است.

## کاردرکلاس | ص ۱۴ کتاب درسی



مراحل رسم عمودمنصف یک پاره‌خط را توضیح دهید.  
پاره‌خط AB مفروض است. دهانهٔ پرگار را بیشتر از نصف AB باز کرده و به مرکزهای A و B دو کمان می‌زنیم تا یکدیگر را در نقاط U و V قطع کنند. خط گذرنده از U و V، عمودمنصف پاره‌خط AB است.

## کاردرکلاس | ص ۱۴ کتاب درسی

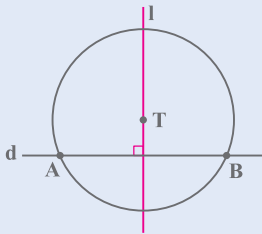


مراحل رسم خط عمود بر یک خط از نقطه‌ای روی آن را توضیح دهید.

خط d و نقطهٔ M روی آن مفروض است. به مرکز M و شعاع دلخواه دایره‌ای رسم می‌کنیم تا خط d را در نقاط A و B قطع کند. خط l عمودمنصف AB را رسم می‌کنیم. خط l بر خط d عمود است و از نقطهٔ M می‌گذرد.

## کاردرکلاس | ص ۱۵ کتاب درسی

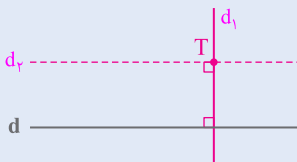
روش رسم خط عمود بر یک خط از نقطه‌ای غیر واقع بر آن را توضیح دهید.



نقطهٔ T خارج خط d مفروض است. به مرکز T و شعاعی بیشتر از فاصلهٔ T تا خط d، دایره‌ای رسم می‌کنیم تا خط d را در A و B قطع کند. خط l عمودمنصف AB را رسم می‌کنیم. در این صورت، خط l از نقطهٔ T می‌گذرد و بر خط d عمود است.

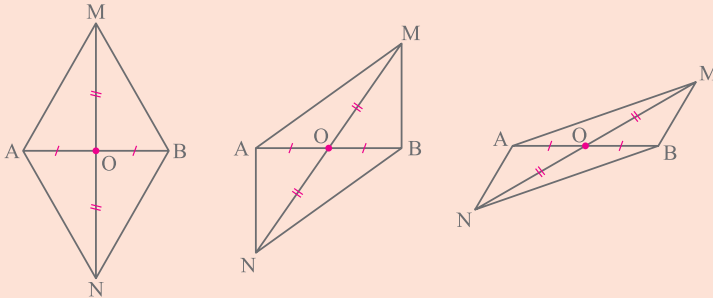
## کاردرکلاس | ص ۱۵ کتاب درسی

روش رسم خط موازی با یک خط از نقطه‌ای غیرواقع بر آن را توضیح دهید.



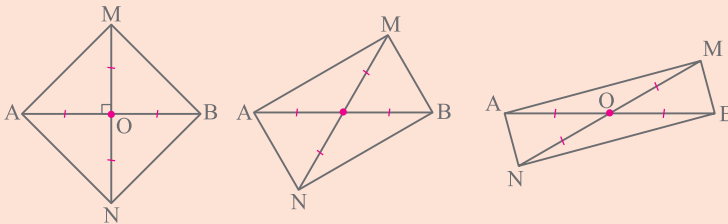
نقطهٔ T خارج خط d مفروض است. از نقطهٔ T خط  $d_1$  را بر خط d عمود رسم می‌کنیم؛ سپس از نقطهٔ T خط  $d_2$  را بر خط  $d_1$  عمود می‌کنیم. از آنجا که دو خط d و  $d_2$  بر خط  $d_1$  عمودند، با هم موازی‌اند. پس خط  $d_2$  از نقطهٔ T می‌گذرد و با خط d موازی است.

**۱** فرض کنیم هر چهارضلعی که قطرهایش منصف هم باشند، متوازی الاضلاع است. متوازی الاضلاعی رسم کنید که طول قطرهای آن ۴ و ۷ باشد. چند متوازی الاضلاع به طول قطرهای ۴ و ۷ می‌توان رسم کرد؟ ابتدا پاره خط  $AB$  به طول ۴ را رسم کرده و وسط آن را  $O$  می‌نامیم. حال پاره خط  $MN$  به طول ۷ را از نقطه  $O$  چنان رسم می‌کنیم که نقطه  $O$  وسط آن باشد. چهارضلعی  $AMBN$  متوازی الاضلاع مورد نظر است. از آنجا که زاویه بین دو قطر یا اطلاعات دیگری از این متوازی الاضلاع داده نشده است، این مسئله بی‌شمار جواب دارد (مانند شکل‌های زیر).

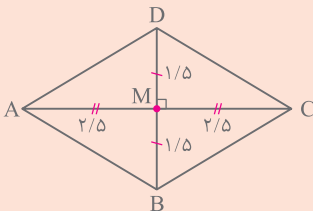


**۲** فرض کنیم هر چهارضلعی که قطرهایش با هم برابر و منصف هم باشند، مستطیل است. مستطیلی رسم کنید که طول قطر آن ۶ سانتی‌متر باشد.

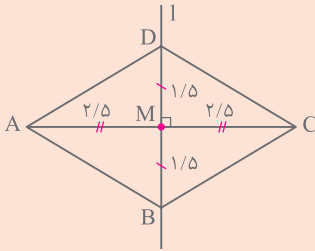
ابتدا پاره خط  $AB$  به طول ۶ را رسم کرده و وسط آن را  $O$  می‌نامیم. سپس پاره خط  $MN$  به طول ۶ را چنان رسم می‌کنیم که نقطه  $O$  وسط آن باشد. طبق فرض، چهارضلعی  $AMBN$  مستطیلی به قطر ۶ است. از آنجا که زاویه بین قطرهای یا اطلاعات دیگری از این مستطیل داده نشده است، این مسئله بی‌شمار جواب دارد (مانند شکل‌های زیر).



**۳** فرض کنیم که برای لوزی بودن یک چهارضلعی کافی است که قطرهای آن چهارضلعی عمودمنصف یکدیگر باشند. ترسیم‌های زیر را انجام دهید. الف) یک لوزی رسم کنید که طول قطرهای آن ۳ و ۵ باشد.

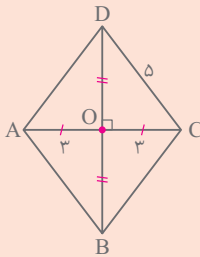


ابتدا فرض می‌کنیم مسئله حل شده است و شکل آن را رسم می‌کنیم:



با توجه به شکل، روش رسم به صورت زیر است:  
ابتدا پاره خط AC به طول ۵ سانتی‌متر و سپس خط l عمودمنصف AC را رسم می‌کنیم و وسط AC را M می‌نامیم. حال روی خط l، دو پاره خط MB و MD را به طول ۱/۵ سانتی‌متر در طرفین نقطه M جدا می‌کنیم. قطرهای چهارضلعی ABCD عمودمنصف یکدیگرند؛ پس این چهارضلعی، یک لوزی به قطرهای ۳ و ۵ است.

ب) یک لوزی به طول ضلع ۵ و طول قطر ۶ رسم کنید.



ابتدا فرض می‌کنیم مسئله حل شده است و شکل آن را رسم می‌کنیم.

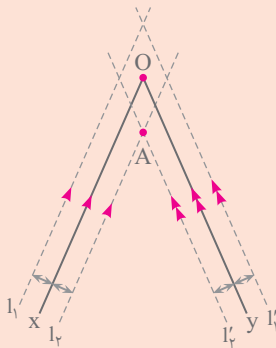
با توجه به شکل، روش رسم به صورت زیر است:

ابتدا پاره خط AC به طول ۶ واحد و خط l عمودمنصف AC را رسم می‌کنیم. حال، به مرکز C و شعاع ۵ دایره‌ای رسم می‌کنیم تا خط l را در B و D قطع کند. از آنجا که قطرهای این چهارضلعی عمودمنصف یکدیگرند، این چهارضلعی یک لوزی به ضلع ۵ و طول قطر ۶ است.

**۳** دو ضلع یک زاویه را در نظر بگیرید.

الف) نقطه‌ای بیابید که فاصله آن از هر ضلع زاویه

مورد نظر ۲ واحد باشد.



نقاطی که از Ox به فاصله ۲ واحد باشند، روی دو خط  $l_1$  و  $l_2$  به موازات Ox و به فاصله ۲ واحد از آن قرار دارند. به همین ترتیب، نقاطی که از Oy به فاصله ۲ واحد باشند روی دو خط  $l'_1$  و  $l'_2$  به موازات Oy و به فاصله ۲ واحد از آن قرار دارند. پس نقاط مورد نظر، محل برخورد خط‌های  $l_1$  و  $l'_1$  با  $l_2$  و  $l'_2$  هستند.