

بروزترین و برترین  
سایت کنکوری کشور

[WWW.KONKUR.INFO](http://WWW.KONKUR.INFO)

**K**onkur  
**.info**

<https://konkur.info>

## درس اول : هندسه تحلیلی

بحث هندسه‌ی تحلیلی یکی از بحث های مهم و کاربردی در ریاضیات است. به کمک این بحث است که می توان معادلات جبری برای اشکال هندسی بیان نمود و سپس آنها را بررسی و حل کرد.

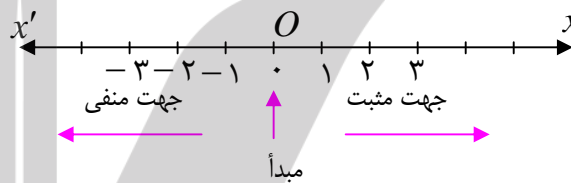
### قسمت اول : محور اعداد حقیقی

محور اعداد حقیقی خط راستی است که روی آن

الف : نقطه ای به عنوان مبدأ

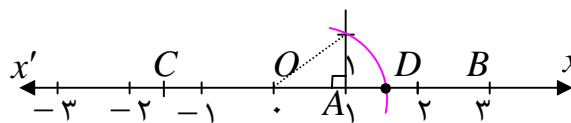
ب : واحدی برای اندازه گیری طول ها

ج : جهتی به عنوان جهت مثبت، اختیار شده باشد. مانند محور  $x'Ox$  در شکل زیر



بدیهی است که هر نقطه روی محور را می توان با یک عدد حقیقی نشان داد و هر عدد حقیقی متناظر با یک نقطه روی محور است. به عبارتی دیگر بین مجموعه ای اعداد حقیقی و مجموعه ی نقاط روی محور تناظر یک به یک قرار دارد.

عدد حقیقی متناظر با هر نقطه روی محور را **طول آن نقطه** می نامند. به عبارت دیگر طول هر نقطه روی یک محور عددی است جبری که قدرمطلق آن برابر با فاصله ی آن نقطه تا مبدأ محور است.



طول هر نقطه مانند A روی محور اعداد حقیقی را با  $x_A$  نمایش می دهند.

$$x_A = OA$$

در شکل فوق داریم:

$$x_O = 0 \text{ و } x_A = 1 \text{ و } x_B = 3 \text{ و } x_C = -\frac{3}{2} \text{ و } x_D = \sqrt{2}$$

اگر  $A$  و  $B$  دو نقطه روی محور باشند، بدیهی است که **طول یا اندازهی پاره خط  $AB$**  برابر قدر مطلق تفاضل طول های این دو نقطه است.

$$AB = |x_B - x_A|$$

در صورتی که نقطه  $M$  **وسط** پاره خط  $AB$  باشد. می توان نوشت :

$$x_M = \frac{x_A + x_B}{2}$$

استدلالی که برای اثبات درستی این تساوی ارائه می شود به صورت زیر است.

$$AM = MB$$

$$\rightarrow x_M - x_A = x_B - x_M \rightarrow 2x_M = x_A + x_B \rightarrow x_M = \frac{x_A + x_B}{2}$$

**تمرین ۱:** اگر دو نقطه  $A$  و  $B$  روی یک محور باشند و  $x_A = 5$  و  $x_B = -3$  در این صورت:

الف: اندازهی پاره خط  $AB$  را تعیین کنید.

ب: طول نقطه  $M$  وسط پاره خط  $AB$  را به دست آورید.

**تمرین ۲:** اگر سه نقطه  $A$  و  $B$  و  $C$  روی یک محور چنان قرار دارند که نقطه  $B$  وسط پاره خط  $AC$

بوده و  $x_A = 2$  و  $x_B = 3m + 2$  و  $x_C = m + 1$  باشد، مقدار  $m$  را تعیین کنید.

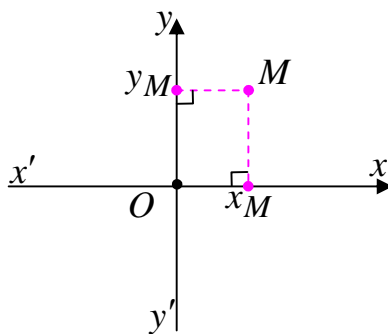
\*\*\*

### قسمت دوم: دستگاه محور های مختصات (دستگاه مختصات دکارتی)

دو محور  $x'Ox$  و  $y'Oy$  که در یک صفحه قرار دارند، یک دستگاه مختصات به وجود می آورند، هرگاه این

دو محور بر هم عمود باشند و در نقطه  $O$  (مبدأ مشترک)

متقاطع باشند.



محور افقی ( $x'Ox$ ) را محور طول ها و محور قائم ( $y'Oy$ ) را

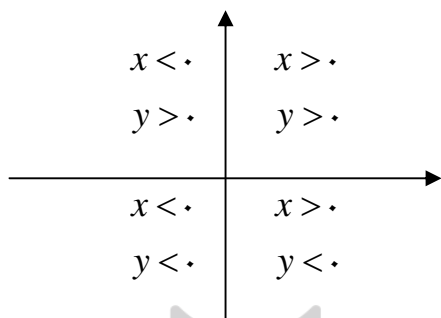
محور عرض ها می نامند.

بدیهی است که هر نقطه روی صفحه، مانند  $M$  با دو عدد حقیقی

مشخص می شود. تصویر نقطه‌ی  $M$  روی محور طول ها را طول  $(x_M)$  و تصویر نقطه‌ی  $M$  روی محور عرض ها را عرض  $(y_M)$  می نامند.

$$M \begin{vmatrix} x_M \\ y_M \end{vmatrix} \quad \text{یا} \quad M(x_M, y_M)$$

طول و عرض نقطه را مختصات نقطه می نامند.



**نتیجه:** دستگاه مختصات قائم صفحه را به چهار ناحیه

(ربع) تبدیل می کند. علامت مختصات هر نقطه با توجه به

ربعی که در آن قرار دارد، به صورت زیر است.

همچنین:

الف: هر نقطه که روی محور طول ها قرار دارد، عرض آن صفر است و برعکس

ب: هر نقطه که روی محور عرض ها قرار دارد، طول آن صفر است و برعکس

ج: نقطه‌ی تقاطع دو محور که مبدأ مختصات نام دارد، طول و عرض آن صفر است.

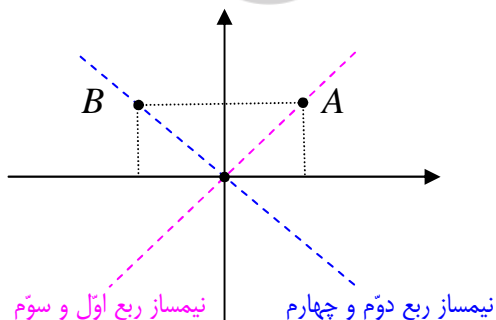
**تمرین ۳:** نقطه‌ی  $P(2m - 1, m + 3)$  داده شده است. مقدار  $m$  را چنان بیابید که:

الف: نقطه‌ی  $P$  روی محور طولها قرار گیرد.

ب: نقطه‌ی  $P$  روی محور عرض ها قرار گیرد.

**تمرین ۴:** نقطه‌ی  $P(2k - 1, k + 1)$  در ناحیه‌ی دوم دستگاه مختصات قرار دارد. حدود  $k$  را تعیین کنید.

**توجه:**



۱: تمام نقاطی که روی نیمساز ربع اول و سوم دستگاه

مختصات واقعند، دارای طول و عرض مساوی هستند.

۲: تمام نقاطی که روی نیمساز ربع دوم و چهارم دستگاه

مختصات واقعند، دارای طول و عرض قرینه هستند.

**تمرین ۵:** نقطه‌ی  $P(2m - 6, m - 3)$  داده شده است. مقدار  $m$  را چنان بیابید که:

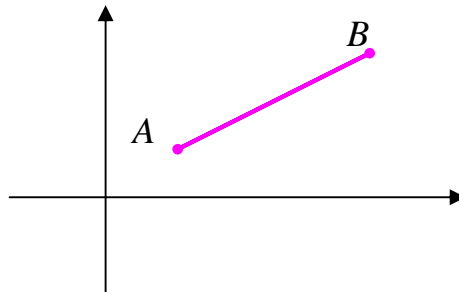
الف: نقطه‌ی  $P$  روی نیمساز ربع اول و سوم قرار گیرد.

ب: نقطه‌ی  $P$  روی نیمساز ربع دوم و چهارم قرار گیرد.

## اندازه‌ی پاره خط در دستگاه محورهای مختصات

اگر  $A$  و  $B$  دو نقطه روی صفحه باشند، در این صورت اندازه‌ی (طول) پاره خط  $AB$  به صورت زیر است.

$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$



برای مطالعه: برای اثبات درستی این موضوع از رابطه‌ی فیثاغورس استفاده می‌شود.

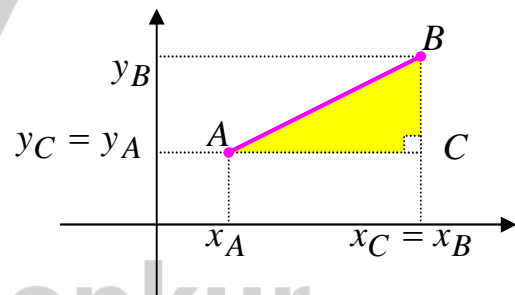
$$AB^2 = AC^2 + BC^2$$

$$AC = |x_C - x_A| = |x_B - x_A|$$

$$BC = |y_B - y_C| = |y_B - y_A|$$

$$AB^2 = (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2$$

$$\rightarrow AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

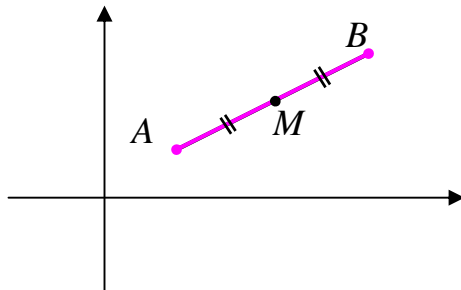


\*\*\*

## مختصات نقطه‌ی وسط پاره خط

اگر  $A$  و  $B$  دو نقطه روی صفحه باشند و نقطه‌ی  $M$  نقطه‌ی وسط (میانی) پاره خط  $AB$  باشد، در این

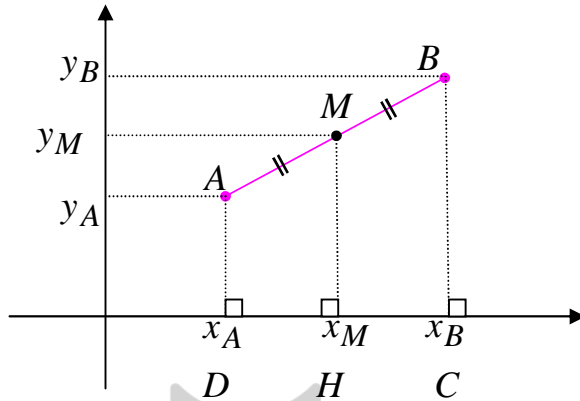
صورت مختصات نقطه‌ی  $M$  به شکل زیر است.



$$\begin{cases} x_M = \frac{x_A + x_B}{2} \\ y_M = \frac{y_A + y_B}{2} \end{cases}$$

**برای مطالعه:** برای اثبات این موضوع می توان به شکل زیر استدلال کرد.

اگر  $A$  و  $B$  دو نقطه روی صفحه باشند و نقطه  $M$  نقطه‌ی وسط (میانی) پاره خط  $AB$  در نظر گرفته



شود. در این صورت می توان گفت که چون

نقطه‌ی  $M$  وسط پاره خط  $AB$  از متوازی

الاضلاع  $ABCD$  می باشد و  $MH$  موازی

دو قاعده رسم شده است (هر سه بر محور  $x$

عمودند). پس بنابر قضیه‌ی خطوط موازی

(تالس) می توان نوشت:

$$\frac{DH}{HC} = \frac{AM}{MB} \xrightarrow{AM=MB} \frac{DH}{HC} = 1 \rightarrow DH = HC$$

$$\rightarrow x_M - x_A = x_B - x_M \rightarrow 2x_M = x_A + x_B \rightarrow x_M = \frac{x_A + x_B}{2}$$

و به همین ترتیب ثابت می شود.

$$y_M = \frac{y_A + y_B}{2}$$

**تمرین ۶:** دو نقطه‌ی  $A(3, -7)$  و  $B(-1, -4)$  داده شده اند.

(الف) طول پاره خط  $AB$  را تعیین کنید.

(ب) مختصات نقطه‌ی  $M$  وسط پاره خط  $AB$  را به دست آورید.

**تمرین برای حل:**

**۷:** اگر  $A(1, 0)$  و  $B(-2, 3)$  دو رأس مقابل مربعی باشند. مساحت مربع را محاسبه کنید

**۸:** نقاط  $A(-3, 0)$  و  $B(6, 10)$  و  $C(0, 6)$  سه رأس یک مثلث می باشند. اندازه‌ی میانه<sup>۱</sup>ی وارد بر

ضلع  $BC$  را تعیین کنید.

**۹:** اگر  $A(-1, 2)$  و  $B(3, -1)$  و  $C(2, -2)$  سه رأس مثلثی باشند، نوع مثلث را تعیین کنید.

<sup>۱</sup> در هر مثلث، میانه، پاره خطی است که وسط یک ضلع را به رأس مقابل آن وصل می کند.

۱۰: اگر  $A(4,0)$  و  $B(2,-2\sqrt{3})$  و مبدأ مختصات سه رأس مثلثی باشند، ابتدا نوع مثلث را تعیین کنید و سپس مساحت و محیط آن را تعیین کنید.

**یادآوری:** مساحت هر مثلث

متساوی الاضلاع به ضلع  $a$

$$\text{برابر } a^2 \frac{\sqrt{3}}{4} \text{ است.}$$

۱۱: اگر  $A(2,3)$  و  $B(-1,0)$  و  $C(-5,4)$  سه رأس مثلثی باشند، ابتدا

نوع مثلث را تعیین کنید و سپس مساحت آن را تعیین کنید.

۱۲: دو انتهای یکی از قطرهای دایره‌ای، نقاط  $A(2,-2)$  و  $B(6,4)$

هستند.

الف) اندازه‌ی شعاع و مختصات مرکز دایره را بیابید.

ب) آیا نقطه‌ی  $P(7,3)$  بر روی محیط دایره قرار دارد؟ چرا؟

\*\*\*

### رابطه‌ی بین مختصات رئوس متوازی الاضلاع

در هر متوازی الاضلاع مجموع طول‌های دو رأس روبرو با مجموع طول‌های دو رأس روبروی دیگر برابر است.

$$x_A + x_C = x_B + x_D$$

به همین ترتیب مجموع عرض‌های دو رأس روبرو با مجموع عرض‌های دو رأس روبروی دیگر برابر است.

$$y_A + y_C = y_B + y_D$$

**برای مطالعه:** برای اثبات این مطلب می‌توان از موضوع هندسی زیر استفاده کرد.

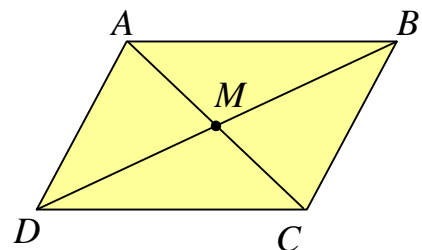
با توجه به اینکه در متوازی الاضلاع قطرهای همدیگر را نصف می‌کنند. لذا می‌توان نوشت:

$$AC \text{ وسط پاره خط } \Rightarrow x_M = \frac{x_A + x_C}{2}$$

$$BD \text{ وسط پاره خط } \Rightarrow x_M = \frac{x_B + x_D}{2}$$

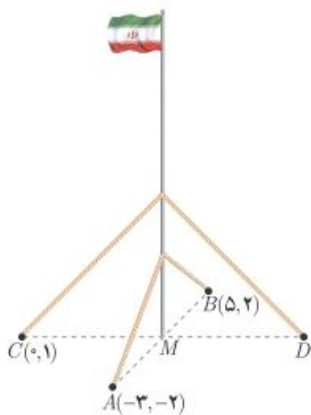
$$\Rightarrow x_A + x_C = x_B + x_D$$

$$\Rightarrow y_A + y_C = y_B + y_D$$



و به همین ترتیب داریم:

**تمرین ۱۳:** اگر  $A(-۱,۲)$  و  $B(۳,۴)$  و  $C(۲,۰)$  مختصات سه رأس متوالی از متوازی الاضلاع  $ABCD$  باشند، مختصات رأس  $D$  را تعیین کنید.

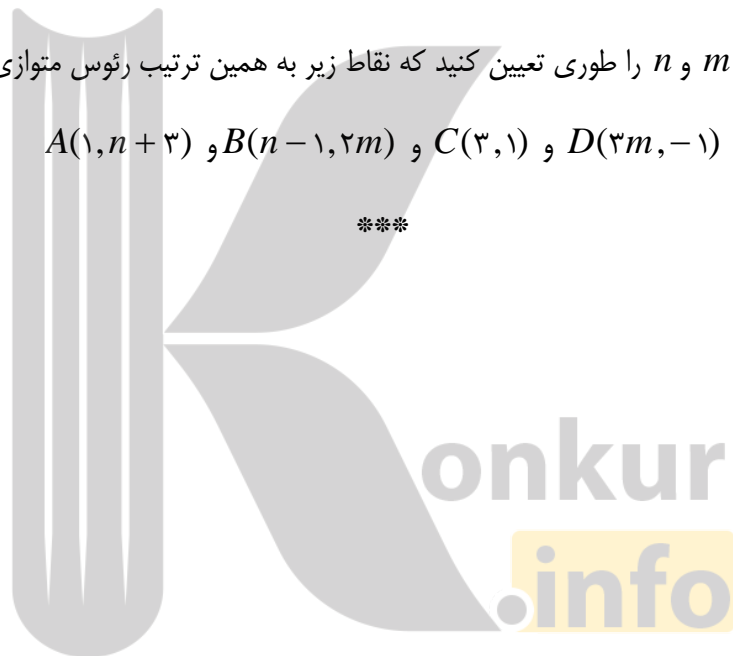


**تمرین ۱۴:** یک میله‌ی پرچم بزرگ، مطابق شکل توسط کابل‌هایی به چهار نقطه در زمین محکم شده است، به طوری فاصله‌ی هر یک از چهار نقطه تا پای میله برابر است با فاصله‌ی نقطه‌ی مقابل آن تا پای میله می باشد، مختصات نقطه‌ی  $D$  را به دست آورید.

**تمرین ۱۵:** مقادیر  $m$  و  $n$  را طوری تعیین کنید که نقاط زیر به همین ترتیب رئوس متوازی الاضلاع باشند.

$$A(۱, n + ۳) \text{ و } B(n - ۱, ۲m) \text{ و } C(۳, ۱) \text{ و } D(۳m, -۱)$$

\*\*\*





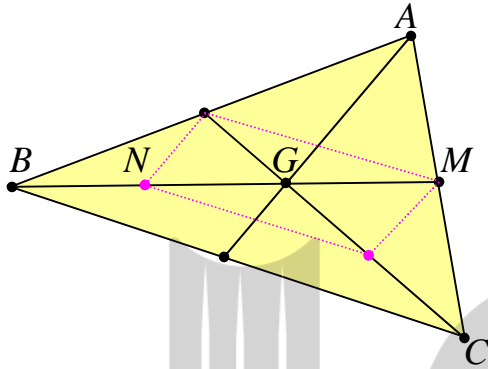
## مختصات مرکز ثقل مثلث (نقطه ی برخورد میانه های مثلث)

اگر نقطه ی  $G$  محل تقاطع میانه های مثلث  $ABC$ <sup>۲</sup> باشد. در این صورت می توان نوشت:

$$x_G = \frac{x_A + x_B + x_C}{3}$$

و

$$y_G = \frac{y_A + y_B + y_C}{3}$$



برای مطالعه: اگر  $G$  نقطه ی برخورد میانه های

مثلث  $ABC$  باشد. ثابت می شود که نقطه ی برخورد

میانه های مثلث به فاصله ی  $\frac{1}{3}$  طول هر میانه از وسط

ضلع مقابل و به فاصله ی  $\frac{2}{3}$  طول هر میانه از رأس

نظیر آن میانه است.

$$BG \text{ پاره خط } N \text{ نقطه ی } \Rightarrow x_N = \frac{x_B + x_G}{2}$$

$$MN \text{ پاره خط } G \text{ نقطه ی } \Rightarrow x_G = \frac{x_N + x_M}{2}$$

$$AC \text{ پاره خط } M \text{ نقطه ی } \Rightarrow x_M = \frac{x_A + x_C}{2}$$

$$\Rightarrow x_G = \frac{\frac{x_B + x_G}{2} + \frac{x_A + x_C}{2}}{2} \Rightarrow 2x_G = \frac{x_A + x_B + x_C + x_G}{2}$$

$$\Rightarrow 4x_G = x_A + x_B + x_C + x_G \Rightarrow 3x_G = x_A + x_B + x_C$$

$$\Rightarrow x_G = \frac{x_A + x_B + x_C}{3}$$

و به همین ترتیب ثابت می شود.

$$\Rightarrow y_G = \frac{y_A + y_B + y_C}{3}$$

**تمرین ۱۶:** اگر  $A(-2, 3)$  و  $B(4, -1)$  و  $C(-8, 4)$  سه رأس مثلثی باشند. مختصات محل تلاقی میانه

های مثلث را به دست آورید.

<sup>2</sup> محل تقاطع میانه های هر مثلث را مرکز ثقل مثلث نیز می نامند.

## شیب خط

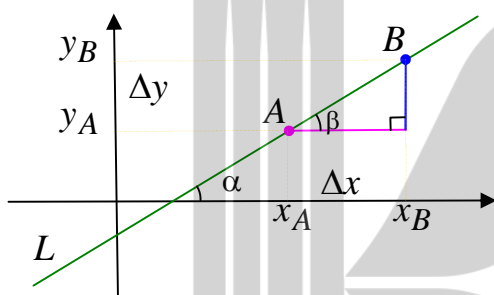
اگر  $A$  و  $B$  دو نقطه از خط  $L$  باشند. شیب (ضریب زاویه) خط  $L$  به صورت زیر تعریف می شود.

$$m_L = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

بنابر قضیه‌ی خطوط موازی واضح است که  $\angle \alpha = \angle \beta$ . همچنین بنابر بر تعریف تانژانت زاویه‌ی حاده در مثلث قائم الزاویه می توان نوشت.

$$m_L = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \tan(\beta) = \tan(\alpha)$$

لذا شیب هر خط، تانژانت زاویه‌ی ای است که آن خط با جهت مثبت محور  $x$  ها می سازد.



**نتیجه:** با این تعریف واضح است که

الف: شیب محور طولها و هر خط موازی آن، برابر صفر است.

ب: شیب محور عرضها و هر خط موازی آن، تعریف نشده است.

ج: شیب نیمساز ربع اول و سوم برابر ۱ و شیب نیمساز ربع دوم و چهارم برابر -۱ است.

**تمرین ۱۷:** شیب خط گذرا از دو نقطه‌ی  $A(۵, -۴)$  و  $B(۳, ۰)$  را به دست آورید.

**تمرین ۱۸:** خطی با محور طولها در جهت مثبت زاویه‌ی  $۳۰$  درجه تشکیل می دهد. شیب این خط را

بنویسید.

**تمرین ۱۹:** ثابت کنید که سه نقطه‌ی  $A(-۴, ۲)$  و  $B(-۲, ۰)$  و  $C(۱, -۳)$  روی یک خط راست واقع اند.

\*\*\*

## معادله‌ی خط

هر رابطه‌ی خطی بین طول و عرض تمام نقاط خط را معادله‌ی خط می‌نامند.

**مثال:** دو نقطه‌ی  $A(3,7)$  و  $B(1,3)$  را در نظر بگیرید. به کمک تعیین رابطه‌ی طول و عرض این دو

نقطه، معادله‌ی خط  $AB$  را بنویسید.

حل: با کمی دقت معلوم می‌شود که اگر ابتدا طول هر کدام از این دو نقطه را دو برابر و سپس با عدد یک

جمع کنیم، عرض نقطه به دست می‌آید. لذا رابطه‌ی موجود (معادله‌ی خط) به صورت زیر است.

$$y = 2x + 1$$

**تمرین ۲۰:** نمودار خط مثال قبل را رسم کنید.

تذکر: به طور کلی معادله‌ی هر خط به صورت زیر است.

$$y = mx + n$$

در این معادله که آن را **معادله‌ی استاندارد خط** نیز می‌نامند، عدد  $m$  (ضریب  $x$ ) را شیب و عدد  $n$  را

عرض از مبدأ<sup>۳</sup> می‌نامند.

**مثال:** معادله‌ی خطی را بنویسید که از دو نقطه‌ی  $(2,7)$  و  $(5,3)$  می‌گذرد.

حل:

روش اول: ابتدا شیب خط را تعیین می‌کنیم.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{7 - 3}{2 - 5} = \frac{4}{-3}$$

و چون معادله‌ی خط به صورت  $y = mx + n$  می‌باشد، پس:

$$y = \frac{-4}{3}x + n$$

اکنون برای تعیین مقدار  $n$  مختصات یکی از نقاط داده شده را در این معادله جایگزین می‌کنیم.

$$(2,7) \rightarrow \frac{-4}{3}x + n \rightarrow 7 = \frac{-4}{3}(2) + n \rightarrow n = \frac{29}{3}$$

در نهایت معادله‌ی خط را به صورت زیر به دست می‌آوریم.

<sup>3</sup>. محل تلاقی هر خط با محور عرض‌ها را عرض از مبدأ می‌نامند.

$$y = mx + n \rightarrow y = -\frac{4}{3}x + \frac{29}{3}$$

روش دوم: چون معادله‌ی خط به صورت  $y = mx + n$  می باشد. مختصات دو نقطه‌ی داده شده را در این معادله جایگزین می کنیم.

$$\begin{cases} 5m + n = 3 \\ 2m + n = 7 \end{cases} \xrightarrow{(-1) \times} \begin{cases} 5m + n = 3 \\ 2m + n = 7 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} -5m - n = -3 \\ 2m + n = 7 \end{cases}$$

$$\rightarrow -3m = 4 \rightarrow m = \frac{4}{-3}, n = \frac{29}{3}$$

لذا معادله‌ی خط مطلوب به شکل زیر است.

$$y = mx + n \rightarrow y = -\frac{4}{3}x + \frac{29}{3}$$

نتیجه: معادله‌ی هر خط که گذرا از مبدأ مختصات به صورت  $y = mx$  است.

**تمرین ۲۱:** معادله‌ی خطی را بنویسید که از مبدأ مختصات بگذرد و شیب آن  $-3$  باشد.

\*\*\*

### روش های تعیین معادله‌ی خط

واضح است که از هر نقطه بی شمار خط می گذرد، ولی فقط یک خط با شیب معین از هر نقطه می گذرد. اگر خطی با شیب  $m$  گذرا از نقطه‌ی  $A(x_0, y_0)$  در نظر گرفته شود. می توان معادله‌ی خط را به صورت زیر نوشت:

$$y = m(x - x_0) + y_0$$

**تمرین ۲۲:** معادله‌ی خطی را بنویسید که از نقطه‌ی  $P(-2, 1)$  بگذرد و شیب  $-5$  آن باشد.

**تمرین ۲۳:** معادله‌ی خط را بنویسید که از نقطه‌ی  $P(3, -1)$  بگذرد و با محور طول ها در جهت مثبت

زاویه‌ی  $60$  درجه تشکیل دهد.

**تمرین ۲۴:** معادله‌ی خطی را بنویسید که از دو نقطه‌ی (۲,۷) و (۵,۳) می‌گذرد.

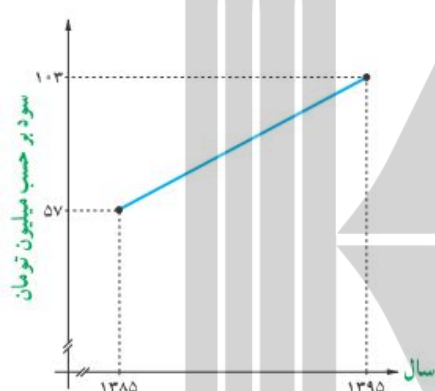
حل :

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{7 - 3}{2 - 5} = \frac{4}{-3}$$

$$y = m(x - x_1) + y_1 \rightarrow y = -\frac{4}{3}(x - 5) + 3 \rightarrow y = -\frac{4}{3}x + \frac{20}{3} + 3 = -\frac{4}{3}x + \frac{29}{3}$$

توجه : از هر دو نقطه فقط یک خط می‌گذرد. لذا برای رسم نمودار خط کافی است ، دو نقطه از نمودار آن خط را تعیین کنیم.

**تمرین ۲۵:** نمودار خط  $y = -\frac{1}{2}x + 3$  را رسم کنید.



**تمرین ۲۶:** سود سالانه‌ی یک کارگاه کوچک تولیدی از

سال ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ طبق نمودار مقابل سیر صعودی داشته است.

الف : میانگین سود سالانه‌ی این شرکت در دهه‌ی مورد نظر

چقدر بوده است؟

ب: در کدام سال، مقدار سود سالانه، با میانگین سود ده ساله

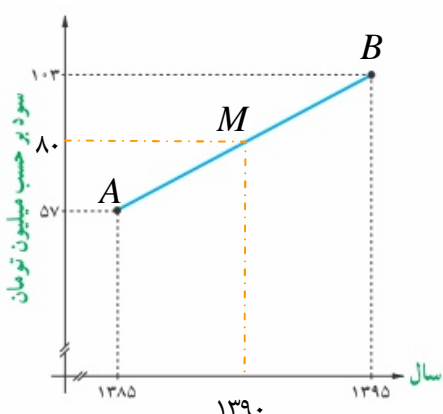
برابر بوده است؟

پ : اگر سود سالانه در طول یک دهه‌ی آینده با همین روند افزایش یابد، انتظار می‌رود در سال ۱۴۰۵ سود

سالانه‌ی شرکت چقدر باشد؟

حل :

الف:



$$x_M = \frac{1385 + 1395}{2} = 1390$$

و

$$y_M = \frac{57 + 103}{2} = 80 \text{ (سود متوسط)}$$

ب: ابتدا معادله خط  $AB$  را می نویسیم.

$$m_{AB} = \frac{۱۰۳ - ۵۷}{۱۳۹۵ - ۱۳۸۵} = \frac{۲۳}{۵}$$

$$y = \frac{۲۳}{۵}(x - ۱۳۸۵) + ۵۷$$

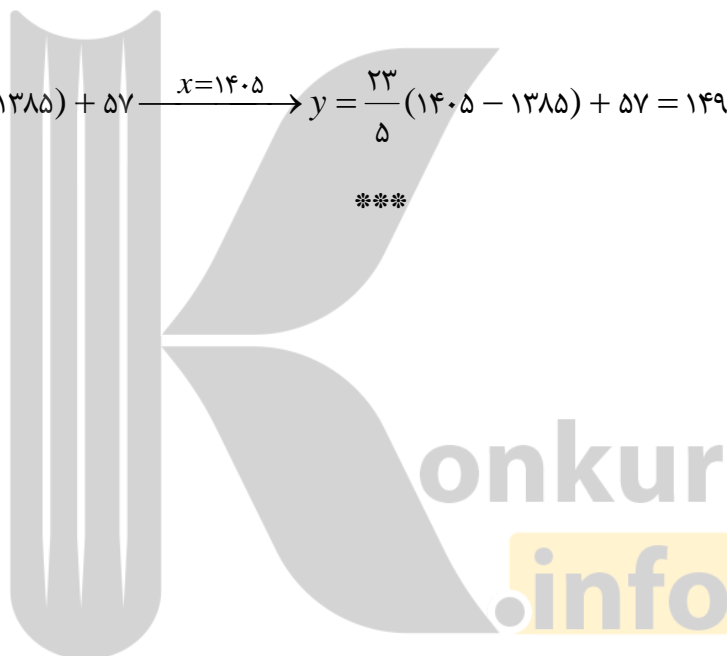
$$y = ۸۰ \xrightarrow{y = \frac{۲۳}{۵}(x - ۱۳۸۵) + ۵۷} ۸۰ = \frac{۲۳}{۵}(x - ۱۳۸۵) + ۵۷ \rightarrow ۲۳ = \frac{۲۳}{۵}x - ۶۳۷۱$$

$$\rightarrow ۶۳۷۱ = \frac{۲۳}{۵}x \rightarrow ۳۱۹۷۰ = ۲۳x \rightarrow x = \frac{۳۱۹۷۰}{۲۳} = ۱۳۹۰$$

پ :

$$y = \frac{۲۳}{۵}(x - ۱۳۸۵) + ۵۷ \xrightarrow{x=۱۴۰۵} y = \frac{۲۳}{۵}(۱۴۰۵ - ۱۳۸۵) + ۵۷ = ۱۴۹$$

\*\*\*



## معادله‌ی کلی خط

برای هر خط می توان معادله ای به صورت زیر نوشت:

$$ax + by + c = 0$$

واضح است که این معادله را می توان به صورت زیر نیز نوشت :

$$y = -\frac{a}{b}x - \frac{c}{b}$$

پس شیب خط برابر  $m = -\frac{a}{b}$  و عرض از مبدأ آن  $n = -\frac{c}{b}$  است. توجه داشته باشید که عرض نقطه

تلاقی خط با محور عرض ها را عرض از مبدأ می نامند.

**نتیجه :** معادله‌ی برخی از خطوط مهم به صورت زیر است.

ردیف	عنوان	معادله	شیب
۱	محور طول ها	$y = 0$	$m = 0$
۲	محور عرض ها	$x = 0$	تعریف نمی شود.
۳	نیمساز ربع اول و سوم	$y = x$	$m = 1$
۴	نیمساز ربع دوم و چهارم	$y = -x$	$m = -1$

**تمرین ۲۷ :** معادله‌ی خطی به صورت  $6x + 2y - 4 = 0$  است.

الف: شیب و عرض از مبدأ این خط را به دست آورید.

ب : محل تقاطع این خط با محور های مختصات را تعیین کنید.

ج : نمودار خط را رسم کنید.

**تمرین ۲۸ :** نمودار هر یک از خطوط زیر را رسم کنید.

الف)  $y = -2x + 1$

پ)  $y = -2$

ث)  $y = \frac{1}{3}x$

ب)  $2x + 3y = 6$

ت)  $x = \frac{3}{2}$

**تمرین ۲۹ :** مقدار  $k$  را طوری تعیین کنید که شیب خط به معادله‌ی زیر برابر  $-2$  باشد.

$$kx + (k - 2)y = -3k$$

\*\*\*

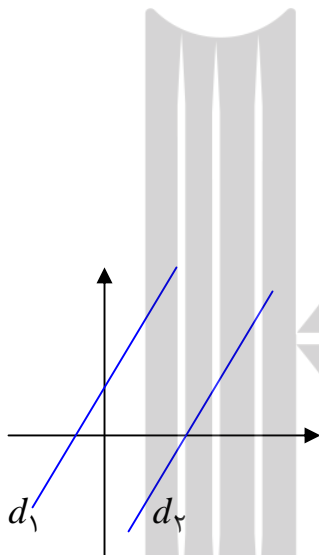
### تمرین برای حل :

۳۰: مقدار  $k$  را طوری تعیین کنید که سه نقطه‌ی  $A(-3,0)$  و  $B(k+1,-2)$  و  $C(3,2)$  روی یک خط راست واقع باشند.

۳۱: معادله‌ی خط گذرا از دو نقطه‌ی  $A(2,-1)$  و  $B(3,2)$  را بنویسید.

۳۲: معادله‌ی خطی را بنویسید که محور طولها را در نقطه‌ای به طول ۳ و محور عرض ها را در نقطه‌ای به عرض ۲ قطع کند.

۳۳: نقاط  $A(1,2)$  و  $B(-3,2)$  و  $C(0,-1)$  سه رأس یک مثلث هستند. معادله‌ی میانه‌ی وارد بر ضلع  $BC$  را بنویسید.



\*\*\*

### رابطه‌ی بین شیب های خطوط موازی

دو خط موازیند، اگر و تنها اگر شیب های مساوی داشته باشند.

$$m_1 = m_2 \leftrightarrow d_1 \parallel d_2$$

تمرین ۳۴: نشان دهید که دو خط به معادلات زیر موازیند.

$$y = -2x + 3 \quad \text{و} \quad 6x + 3y = 5$$

تمرین ۳۵: معادلات دو خط زیر را در نظر بگیرید.

$$x - 4y = -2 \quad \text{و} \quad 2x + y = 5$$

الف) ثابت کنید که این دو خط متقاطع هستند.

ب) مختصات نقطه‌ی تقاطع این دو خط را تعیین کنید.

ج) نمودار هر دو خط را رسم کنید و نقطه‌ی تقاطع آنها را تعیین کنید.

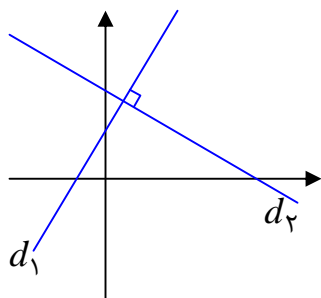
تمرین ۳۶: معادله‌ی خطی را بنویسید که از نقطه‌ی  $P(-1,3)$  بگذرد و موازی با خط به معادله‌ی

$$2x + y = 3 \quad \text{باشد.}$$

\*\*\*



### رابطه‌ی بین شیب‌های دو خط عمود بر هم



دو خط بر هم عمودند، اگر و تنها اگر حاصل ضرب شیب‌های آنها برابر  $-1$  باشد. به عبارتی دیگر اگر شیب خطی عکس و قرینه‌ی شیب دیگری باشد، آن دو خط بر هم عمودند.

$$m_1 \times m_2 = -1 \leftrightarrow d_1 \perp d_2$$

**تمرین ۳۷:** نشان دهید که دو خط به معادلات زیر بر هم عمودند.

$$3x - 4y = -2 \quad \text{و} \quad y = -\frac{4}{3}x + 1$$

**تمرین ۳۸:** معادله‌ی خطی را بنویسید که از مبدأ مختصات بگذرد و بر خط به معادله‌ی  $x + 3y = 4$  عمود باشد.

**تمرین برای حل:**

**۳۹:** نقاط  $A(4,0)$  و  $B(1,3)$  و  $C(0,-2)$  سه رأس یک مثلث هستند. معادله‌ی ارتفاع وارد بر ضلع  $BC$  را بنویسید.

**۴۰:** معادله‌ی خطی را بنویسید که محور طول‌ها را در نقطه‌ای به طول ۲ قطع کند و موازی خط به معادله‌ی  $\frac{x}{2} + \frac{y}{3} = 1$  باشد.

**۴۱:** معادله‌ی خطی را بنویسید که محور عرض‌ها را در نقطه‌ای به عرض ۲ قطع کند و عمود بر خط به

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{3} = 1 \quad \text{باشد. معادله‌ی}$$

**۴۲:** نقاط  $A(5,1)$  و  $B(10,4)$  و  $C(7,9)$  سه رأس از مربع  $ABCD$  می‌باشند.

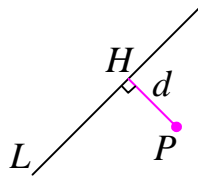
الف: معادله‌ی اضلاع  $AB$  و  $DC$  و  $BC$  را بنویسید.

ب: مختصات نقطه‌ی  $D$  را تعیین کنید.

ج: مربع را رسم کنید.

د: مساحت و محیط مربع را به دست آورید.

## فاصله‌ی نقطه تا خط



فاصله‌ی هر نقطه خارج یک خط، برابر طول پاره خطی از آن نقطه بر خط عمود رسم می‌شود. بدیهی است که فاصله‌ی هر نقطه، روی خط تا آن خط برابر صفر است.

**مثال:** فاصله‌ی نقطه‌ی  $A(7,5)$  را از خط  $L$  به معادله‌ی  $4x + 3y = 18$  به دست آورید.

حل: چون شیب خط  $L$  برابر  $-\frac{4}{3}$  است، پس هر خط عمود بر آن دارای شیب  $\frac{3}{4}$  خواهد بود. معادله‌ی خط  $\Delta$  گذرنده از  $A$  و عمود بر  $L$  را می‌نویسیم.

$$\Delta: y = \frac{3}{4}x + h$$

و چون نقطه‌ی  $A(7,5)$  روی خط  $\Delta$  قرار دارد، داریم:

$$5 = \frac{3}{4}(7) + h \rightarrow h = -\frac{1}{4}$$

لذا معادله‌ی خط  $\Delta$  به صورت زیر است.

$$\Delta: y = \frac{3}{4}x + h \rightarrow y = \frac{3}{4}x - \frac{1}{4} \rightarrow 3x + 4y = 1$$

اگر معادلات دو خط  $L$  و  $\Delta$  را به صورت یک دستگاه معادلات خطی در نظر بگیریم، از حل آن مختصات نقطه‌ی  $P$ ، محل برخورد این دو خط به دست می‌آید.

$$\begin{cases} L: 4x + 3y = 18 \\ \Delta: 3x - 4y = 1 \end{cases} \rightarrow x = 3, y = 2 \Rightarrow P(3, 2)$$

واضح است که طول پاره خط  $AP$  جواب مسئله است.

$$AP = \sqrt{(x_A - x_P)^2 + (y_A - y_P)^2} = \sqrt{(7 - 3)^2 + (5 - 2)^2} = \sqrt{16 + 9} = \sqrt{25} = 5$$

همانطور که مشاهده می‌کنید، این روش برای حل مسئله، روشی نسبتاً طولانی است. می‌توان از فرمول زیر نیز استفاده کرد.

فاصله نقطه‌ی  $P(x_0, y_0)$  از خط به معادله‌ی  $ax + by + c = 0$  از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$d = \frac{|ax_0 + by_0 + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

**مثال:** فاصله نقطه‌ی  $A(7, 5)$  را از خط  $L$  به معادله‌ی  $4x + 3y = 18$  به دست آورید.

حل:

$$4x + 3y = 18 \rightarrow 4x + 3y - 18 = 0$$

$$d = \frac{|ax_0 + by_0 + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{|4(7) + 3(5) - 18|}{\sqrt{(4)^2 + (3)^2}} = \frac{|4(7) + 3(5) - 18|}{\sqrt{(4)^2 + (3)^2}} = \frac{25}{\sqrt{25}} = 5$$

**نتیجه:** فاصله مبدأ مختصات از خط به معادله‌ی  $ax + by + c = 0$  به شکل زیر است.

$$d = \frac{|c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

**تمرین ۴۳:** فاصله نقطه‌ی  $P(1, -1)$  تا خط به معادله‌ی  $3x - 4y = -3$  را به دست آورید.

**تمرین ۴۴:** نقاط  $A(3, 2)$  و  $B(-2, 3)$  و  $C(0, -3)$  سه رأس یک مثلث هستند.

**الف:** اندازه‌ی ارتفاع وارد بر ضلع  $BC$  را به دست آورید.

**ب:** مساحت مثلث را حساب کنید.

\*\*\*

**توجه:** اگر  $A(x_1, y_1)$  و  $B(x_2, y_2)$  و  $C(x_3, y_3)$  سه رأس مثلثی باشند، می‌توان مساحت مثلث را

به کمک رابطه‌ی زیر محاسبه کرد. ثابت می‌شود که قدر مطلق عدد حاصل برابر مساحت مثلث است.

$$S = \frac{1}{2} \times \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_1 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_1 \end{vmatrix}$$

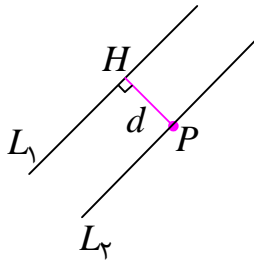
-   -   -   +   +   +

**مثال:** نقاط  $A(3, 2)$  و  $B(-2, 3)$  و  $C(0, -3)$  سه رأس یک مثلث هستند. مساحت مثلث را به دست آورید.

حل:

$$\rightarrow S = \frac{1}{2} \times \begin{vmatrix} 3 & -2 & 0 & 3 \\ 2 & 3 & -3 & 2 \end{vmatrix} = \frac{1}{2} (9 + 6 + 0 + 4 + 0 + 9) = 14$$

## فاصله‌ی بین دو خط موازی



فاصله‌ی دو خط موازی، طول پاره خطی است که از هر نقطه‌ی واقع بر یکی بر دیگری عمود رسم می‌شود. بدیهی است که فاصله‌ی دو خط منطبق بر هم برابر صفر است.

فاصله‌ی دو خط موازی به معادلات:

$$L_1: ax + by + c_1 = 0 \quad \text{و} \quad L_2: ax + by + c_2 = 0$$

به صورت زیر است.

$$d = \frac{|c_2 - c_1|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

**تمرین ۴۵:** فاصله‌ی بین دو خط موازی زیر را تعیین کنید.

$$4x + 3y + 7 = 0 \quad \text{و} \quad 4x + 3y - 8 = 0$$

**تمرین ۴۶:** اگر  $A(6, 3)$  و  $B(7, 0)$  دو رأس مجاور یک مستطیل باشند و معادله‌ی ضلع  $CD$  از این مستطیل به صورت  $3x + y = 1$  باشد. مساحت مستطیل را به دست آورید.

**تمرین برای حل:**

**۴۷:** یکی از اضلاع مربعی بر خط  $y = 2x - 1$  واقع است. اگر  $A(3, 0)$  یکی از رئوس این مربع باشد، مساحت آن را به دست آورید.

**۴۸:** فاصله‌ی نقطه‌ی  $A(1, -4)$  از خط  $8x + 6y = k$  برابر ۴ است. مقدار  $k$  را به دست آورید.

**۴۹:** فاصله‌ی نقطه‌ی برخورد دو خط به معادلات  $2y - x + 1 = 0$  و  $y + x - 4 = 0$  را از خط  $d$  به معادله‌ی  $7x - 24y - 2 = 0$  را تعیین کنید.

**۵۰:** خط  $L$  به معادله‌ی  $3x - 4y = 0$  بر دایره‌ی  $W(2, -1)$  مماس است. شعاع دایره را

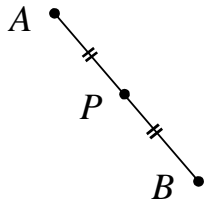
بیابید.<sup>۴</sup>

**۵۱:** فاصله‌ی بین دو خط موازی زیر را تعیین کنید.

$$6x - 8y - 7 = 0 \quad \text{و} \quad 3x - 4y + 1 = 0$$

<sup>۴</sup> توجه داشته باشید که شعاع دایره بر خط مماس در نقطه‌ی تماس عمود است.

## قرینه‌ی یک نقطه نسبت به نقطه‌ی دیگر



نقطه‌ی  $B$  را قرینه‌ی نقطه‌ی  $A$  نسبت به نقطه‌ی  $P$  گویند، هرگاه نقطه‌ی  $P$  وسط پاره خط  $AB$  باشد.

**برای مطالعه:** با توجه به این تعریف اگر  $P(\alpha, \beta)$  باشد، در این صورت، واضح است که

$$x_P = \frac{x_A + x_B}{2} \rightarrow \alpha = \frac{x_A + x_B}{2} \rightarrow x_A + x_B = 2\alpha \rightarrow x_B = 2\alpha - x_A$$

$$y_P = \frac{y_A + y_B}{2} \rightarrow \beta = \frac{y_A + y_B}{2} \rightarrow y_A + y_B = 2\beta \rightarrow y_B = 2\beta - y_A$$

لذا مختصات نقطه‌ی  $B$  قرینه‌ی نقطه‌ی  $A$  نسبت به نقطه‌ی  $P(\alpha, \beta)$  به صورت زیر است.

$$\begin{cases} x_B = 2\alpha - x_A \\ y_B = 2\beta - y_A \end{cases}$$

**نتیجه:** مختصات نقطه‌ی  $B$  قرینه‌ی نقطه‌ی  $A$  نسبت به مبدأ مختصات به شکل زیر است.

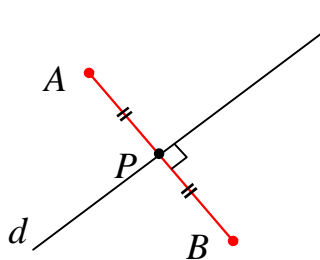
$$\begin{cases} x_B = -x_A \\ y_B = -y_A \end{cases}$$

**تمرین ۵۲:** قرینه‌ی نقطه‌ی  $A(-3, 2)$  را نسبت به نقطه‌ی  $P(3, 0)$  به دست آورید.

**تمرین ۵۳:** قرینه‌ی نقطه‌ی  $A(5, -2)$  را نسبت به مبدأ مختصات به دست آورید.

\*\*\*

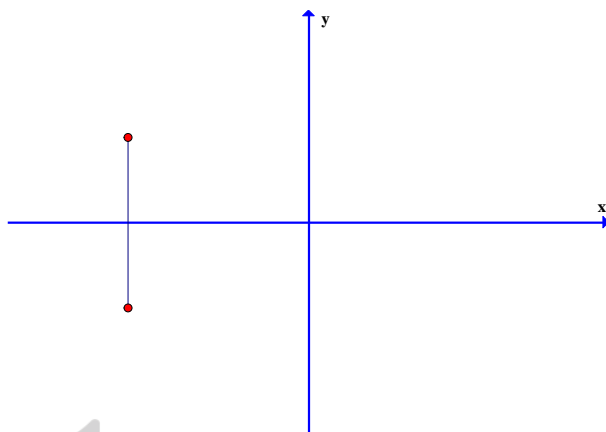
## قرینه‌ی یک نقطه نسبت به یک



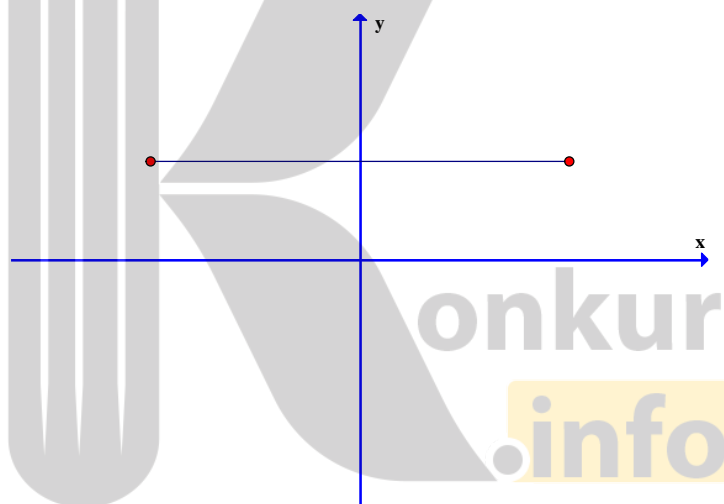
نقطه‌ی  $B$  را قرینه‌ی نقطه‌ی  $A$  نسبت به خط  $d$  گویند، هرگاه خط  $d$  عمود منصف پاره خط  $AB$  باشد.

نتیجه :

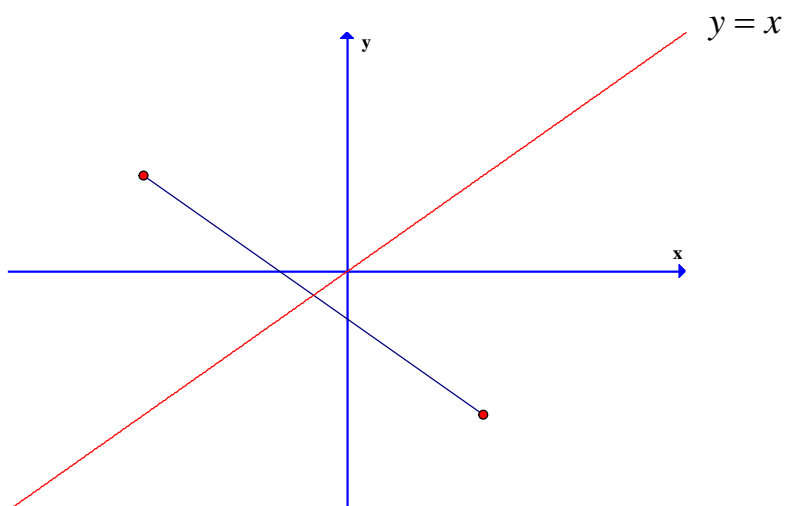
۱: قرینه‌ی نقطه‌ی  $A(x_0, y_0)$  نسبت به محور طول ها (خط  $y = 0$ ) به صورت  $B(x_0, -y_0)$



۲: قرینه‌ی نقطه‌ی  $A(x_0, y_0)$  نسبت به محور عرض ها (خط  $x = 0$ ) به صورت  $B(-x_0, y_0)$

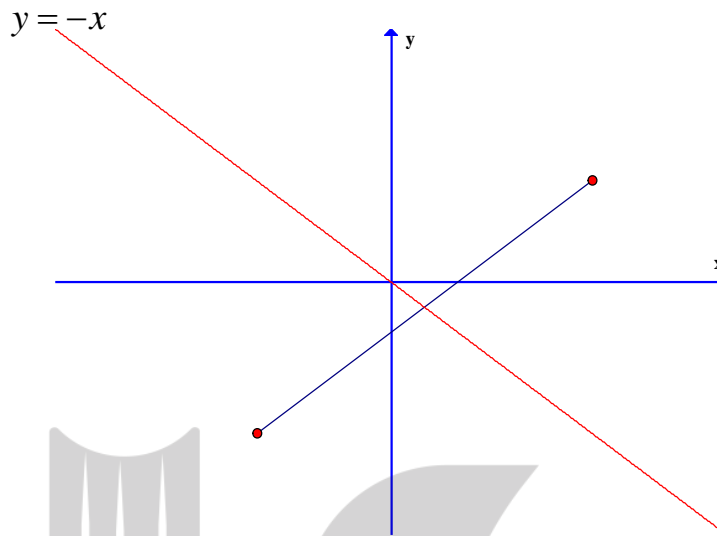


۳: قرینه‌ی نقطه‌ی  $a(x_0, y_0)$  نسبت به نیمساز ربع اول و سوم (خط  $y = x$ ) به صورت  $B(y_0, x_0)$



۴: قرینه‌ی نقطه‌ی  $A(x_0, y_0)$  نسبت به نیمساز ربع دوم و چهارم (خط  $y = -x$ ) به

صورت  $B(-y_0, -x_0)$



تمرین ۵۴: نقطه‌ی  $A(۲, -۳)$  داده شده است. بازتاب این نقطه را در حالت‌های مختلف زیر بدست آورید.

الف: نسبت به محور  $x$  ها

ب: نسبت به محور  $y$  ها

ج: نسبت به محور  $y = x$

د: نسبت به محور  $y = -x$

حل:

$$A(۲, -۳) \rightarrow B(۲, ۳)$$

الف:

$$A(۲, -۳) \rightarrow B(-۲, -۳)$$

ب:

$$A(۲, -۳) \rightarrow B(-۳, ۲)$$

ج:

$$A(۲, -۳) \rightarrow B(۳, -۲)$$

د:

\*\*\*

## درس دوم: معادلات و توابع درجه ی دوم

در این درس ابتدا با بحث های تکمیلی پیرامون معادله و تابع درجه ی ۲ و آشنا و سپس با معرفی نقطه ی ماکزیمم و مینیمم و مفهوم صفر تابع درجه ی دوم، می توان بسیاری از مسائل ریاضیات را بررسی و حل کرد.

### قسمت اول: یادآوری معادله ی درجه ی ۲

در سال گذشته با معادله ی درجه ی ۲ آشنا شده اید. حتماً به یاد دارید که برای حل این معادله روش های متفاوتی وجود دارد. روش تجزیه و روش کلاسیک (کلی) را به خاطر دارید. بهتر است قبل از ورود به بحث این دو روش را در قالب مثال یادآوری کنیم.

مثال: معادله ی زیر را حل کنید.

$$2x^2 + 5x - 3 = 0$$

حل به روش تجزیه :

$$2x^2 + 5x - 3 = 0 \rightarrow \frac{1}{2}(2x-1)(2x+6) = 0 \rightarrow (2x-1)(x+3) = 0$$

$$\rightarrow \begin{cases} 2x-1=0 \rightarrow x=\frac{1}{2} \\ x+3=0 \rightarrow x=-3 \end{cases}$$

حل به روش کلاسیک :  $a=2$  و  $b=5$  و  $c=-3$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (5)^2 - 4(2)(-3) = 25 + 24 = 49 \quad \text{معادله دیرینه ی حقیقی دارد.}$$

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-(5) + \sqrt{49}}{2(2)} = \frac{-5 + 7}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-(5) - \sqrt{49}}{2(2)} = \frac{-5 - 7}{4} = \frac{-12}{4} = -3$$

**یادآوری:** هر معادله به صورت  $ax^2 + bx + c = 0$  که در آن  $a \neq 0$ ، یک درجه ی دوم است. یک روش

حل معادله ی درجه ی دوم به صورت زیر است. این روش را روش کلی یا روش کلاسیک می نامند.

برای حل معادله ی درجه ی دوم به این روش به ترتیب زیر عمل می کنیم.



۱) با نوشتن معادله به صورت استاندارد، ضرایب معادله یعنی  $a$  و  $b$  و  $c$  را مشخص می‌کنیم. (ضریب  $x^2$  را  $a$ ، ضریب  $x$  را  $b$  و عدد ثابت را  $c$  می‌گیریم.)

۲) مبین معادله یعنی  $\Delta = b^2 - 4ac$  را محاسبه می‌کنیم.

۳) با توجه به علامت  $\Delta$  تعداد و مقدار ریشه‌ها را به کمک حالت‌های زیر تعیین می‌کنیم.

اگر  $\Delta > 0$  باشد، معادله دارای دو ریشه است. مقدار این ریشه‌ها را از تساوی‌های زیر محاسبه می‌کنیم.

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{و} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

اگر  $\Delta = 0$  باشد، معادله دارای فقط یک ریشه (ریشه‌ی مضاعف<sup>۱</sup>) است. مقدار این ریشه را از تساوی زیر محاسبه می‌کنیم.

$$x = \frac{-b}{2a}$$

اگر  $\Delta < 0$  باشد، معادله دارای ریشه‌ی حقیقی نیست.

**تمرین ۱:** معادله‌های زیر را حل کنید.

الف)  $3k^2 = 13k + 10$

ب)  $r^2 + 2k + 5 = 0$

ج)  $9u^2 + 12u + 4 = 0$

\*\*\*

### قسمت دوم: حل معادلات به روش تغییر متغیر

گاهی لازم می‌شود برای حل یک معادله از روش تغییر متغیر استفاده کرد. در این روش متغیر جدید را طوری در نظر می‌گیریم که روش حل معادله‌ی به دست آمده را می‌دانیم. با حل این معادله می‌توان ریشه‌های معادله‌ی اولیه را نیز به دست آورد.

**مثال:** معادله‌ی زیر را حل کنید.

$$x^4 - 3x^2 - 10 = 0$$

حل: کافی است قرار دهیم،  $x^2 = t$ . لذا خواهیم داشت:

<sup>۱</sup>. ریشه‌ی مکرر مرتبه‌ی دوم

$$t^2 - 3t - 10 = 0$$

$$(t - 5)(t + 2) = 0 \rightarrow \begin{cases} t = 5 \rightarrow x^2 = 5 \rightarrow x = \pm\sqrt{5} \\ t = -2 \rightarrow x^2 = -2 \text{ م غ} \end{cases}$$

تمرین برای حل : معادله های زیر را حل کنید.

$$۲) x^4 - 13x^2 + 36 = 0 \quad ۳) (x^2 - 3)^2 - 3x^2 + 11 = 0 \quad ۴) 4^x - 12(2^x) + 32 = 0$$

\*\*\*

### قسمت سوم : مجموع و حاصل ضرب ریشه های معادله ی درجه ی ۲

گاهی به جای تعیین مقدار ریشه های یک معادله ی درجه ی ۲، تنها مجموع و حاصل ضرب ریشه های آن اهمیت دارد. مجموع و حاصل ضرب ریشه های هر معادله ی درجه ی ۲ به شکل  $ax^2 + bx + c = 0$  از رابطه های زیر به دست می آید.

$$S = x_1 + x_2 = \frac{-b}{a} \quad \text{مجموع ریشه ها}$$

$$P = x_1 \times x_2 = \frac{c}{a} \quad \text{حاصل ضرب ریشه ها}$$

تمرین ۵ : بدون حل معادله، مجموع و حاصل ضرب ریشه های معادله ی زیر را به دست آورید.

$$3x^2 + 5x - 1 = 0$$

برای مطالعه : روابط به مجموع و حاصل ضرب ریشه های معادله ی درجه ی ۲ را می توان به صورت زیر

اثبات کرد.

$$S = x_1 + x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} + \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-2b}{2a} = \frac{b}{a}$$

$$P = x_1 \times x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \times \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{(-b + \sqrt{\Delta})(-b - \sqrt{\Delta})}{4a^2} = \frac{(-b)^2 - (\sqrt{\Delta})^2}{4a^2}$$

$$= \frac{b^2 - \Delta}{4a^2} = \frac{b^2 - (b^2 - 4ac)}{4a^2} = \frac{4ac}{4a^2} = \frac{c}{a}$$

تمرین برای حل :

۶: بدون حل معادله و فقط با استفاده از  $S$  و  $P$  و  $\Delta$  در مورد وجود و علامت ریشه های معادله -

$$5x^2 - 7x - 5 = 0 \text{ ی بحث کنید.}$$

\*\*\*

### قسمت چهارم : تشکیل معادله ی درجه ی ۲

با معلوم بودن مجموع و حاصل ضرب ریشه های یک معادله ی درجه ی ۲ می توان آن معادله را تعیین کرد.

اگر  $S$  مجموع و  $P$  حاصل ضرب ریشه های این معادله باشند. می توان معادله را به صورت زیر نوشت:

$$x^2 - Sx + P = 0$$

تمرین ۷: معادله ی درجه ی دو می بنویسید که مجموع ریشه های آن  $-1/5$  و حاصل ضربشان  $-7$  باشد.

برای مطالعه : اثبات این معادله به صورت زیر است.

$$ax^2 + bx + c = 0 \xrightarrow{\div a} x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0 \rightarrow x^2 - \left(-\frac{b}{a}\right)x + \frac{c}{a} = 0$$

$$\rightarrow x^2 - Sx + P = 0$$

تمرین برای حل :

۸: معادله ی درجه ی دو می بنویسید که  $2 + \sqrt{3}$  و  $2 - \sqrt{3}$  ریشه های آن باشند.

۹: معادله ی درجه ی دو می بنویسید که  $\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{\sqrt{3} + \sqrt{2}}$  و  $\frac{\sqrt{3} + \sqrt{2}}{\sqrt{3} - \sqrt{2}}$  ریشه های آن باشند.

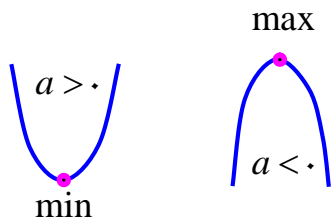
۱۰: اندازه ی طول و عرض مستطیلی را به دست آورید که محیط آن ۱۱ سانتی متر و مساحت آن ۶ سانتی

متر مربع باشد.

\*\*\*

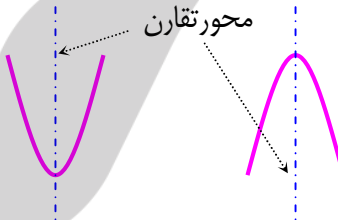
## قسمت پنجم: یاد آوری تابع درجه ۲ (سهمی)

در سال گذشته به یاد دارید که هر تابع درجه‌ی ۲ دارای معادله‌ی  $y = ax^2 + bx + c$  (که در آن  $a \neq 0$  است) می‌باشد. نمودار چنین تابعی یک منحنی رو به بالا یا رو به پایین می‌باشد. این منحنی را سهمی می‌نامند. نمودار هر سهمی دارای بالاترین یا پایین‌ترین نقطه می‌باشد که آن را رأس سهمی می‌نامند.



الف: اگر  $a > 0$  باشد نمودار سهمی رو به بالا (دارای می‌نیم) و اگر  $a < 0$  باشد، نمودار سهمی رو به پایین (دارای ماکزیمم) است.

ب: نمودار سهمی دارای یک محور تقارن است که معادله‌ی آن بصورت  $x = \frac{-b}{2a}$  می‌باشد و همواره موازی محور  $y$  ها است.



همچنین معادله‌ی محور تقارن سهمی نیز بصورت  $x = \frac{-b}{2a}$  می‌باشد.

برای رسم نمودار سهمی کافی است که علاوه بر رأس سهمی دو نقطه را چنان انتخاب کنیم که طول یکی بیشتر و طول دیگری کمتر از طول رأس سهمی باشد.

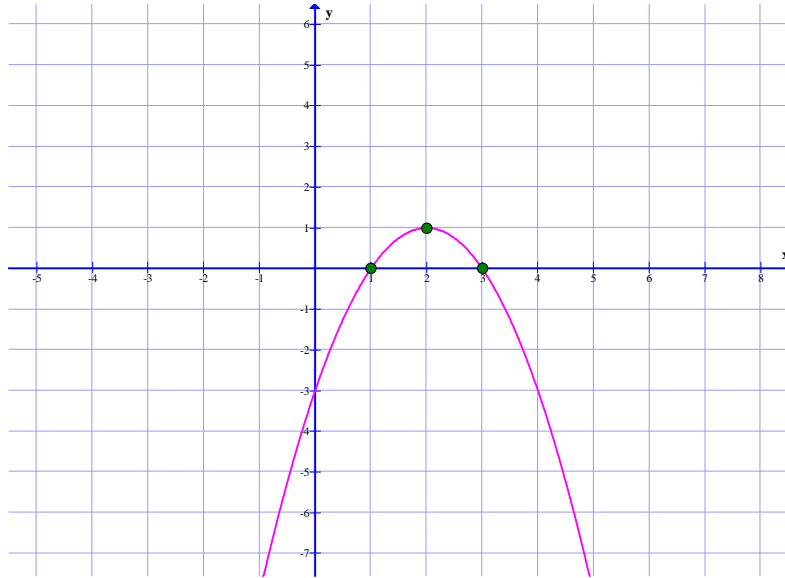
**مثال:** نمودار سهمی به معادله‌ی  $y = -x^2 + 4x - 3$  را رسم کنید.

حل: ابتدا طول رأس سهمی را تعیین می‌کنیم.

$$x = -\frac{b}{2a} = -\frac{4}{2(-1)} = 2$$

حل جدول زیر را تکمیل می‌کنیم.

$x$	۱	۲	۳
$y$	۰	۱	۰



تمرین ۱۱: نمودار معادلات زیر را رسم کنید.

الف)  $y = x^2 - 2x - 3$

ب)  $y = -(x - 3)^2 + 1$

ج)  $y = -4x^2 + 8x + 1$

تمرین ۱۲: ماکزیمم یا مینیمم تابع با ضابطه‌ی  $f(x) = -x^2 + 2x + 3$  را در صورت وجود به دست

آورید.

حل: چون  $a = -1$  منفی است. پس سهمی رو به پایین است. لذا سهمی دارای نقطه‌ی ماکزیمم است.

$$x = -\frac{b}{2a} = \frac{-2}{2(-1)} = 1$$

همچنین بیشترین مقدار تابع به ازای  $x = 1$  می باشد.

$$f(1) = -(1)^2 + 2(1) + 3 = 4$$

تذکر: در این تمرین نقطه‌ی  $(1, 4)$  رأس سهمی و مقدار ماکزیمم نمودار سهمی برابر ۴ می باشد.

تمرین برای حل :

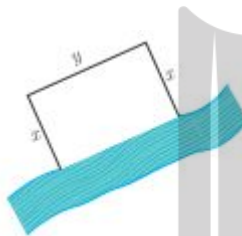
۱۳: مقدار  $m$  را چنان بیابید که  $x = 2$  طول رأس سهمی به معادله  $y = mx^2 + (m - 1)x + 1$  باشد.

۱۴: کمترین مقدار تابع  $f(x) = 3x^2 - 12x + 5$  را تعیین کنید.

۱۵: بیشترین مقدار تابع  $f(x) = -x^2 + 4x + 1$  را محاسبه کنید.

۱۶: اگر  $3x + 5y = 150$  مقدار  $x$  و  $y$  را طوری بیابید که حاصل ضرب آنها ماکزیمم شود.

حل چند تمرین کاربردی :



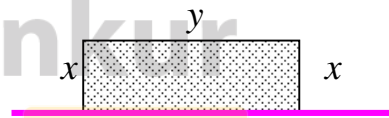
۱۷: قرار است در کنار یک رودخانه، محوطه ای مستطیل شکل ایجاد کنیم. برای این کار لازم است سه ضلع محوطه نرده کشی شود. اگر تنها هزینه‌ی نصب ۱۲۰ متر نرده را در اختیار داشته باشیم. بیشترین مساحت ممکن این محوطه را تعیین کنید.

حل :

$$y + 2x = 120 \rightarrow y = 120 - 2x$$

$$S = xy \text{ مساحت مستطیل}$$

$$S(x) = x(120 - 2x) \rightarrow S(x) = 120x - 2x^2$$



تابع به دست آمده، یک تابع درجه‌ی دوّم است و در آن  $a = -2 < 0$  می باشد. پس تابع دارای بیشترین مقدار است. بیشترین مقدار را به روش زیر تعیین می کنیم.

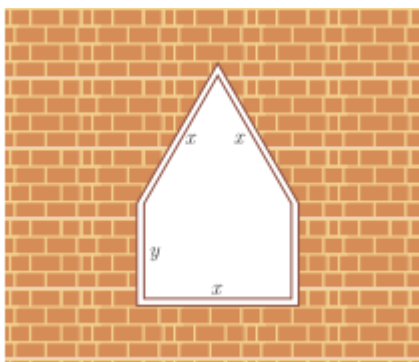
$$x = \frac{-b}{2a} = \frac{-120}{2(-2)} = 30$$

$$S(30) = 120(30) - 2(30)^2 = 3600 - 1800 = 1800 \text{ m}^2$$

توجه: مقدار مساحت را پس از تعیین مقدار  $x$  نیز می توان به شکل زیر به دست آورد.

$$y = 120 - 2(30) = 60$$

$$S = xy = (30)(60) = 1800 \text{ m}^2$$



۱۸: یک پنجره به شکل مستطیلی است که در بالای آن یک مثلث متساوی الاضلاع قرار گرفته است. اگر محیط پنجره ۴ متر باشد، ابعاد مستطیل را طوری بیابید که پنجره حداکثر نوردهی را داشته باشد.

حل: با توجه به شکل داریم:

$$P = 4 \rightarrow 3x + 2y = 4 \rightarrow y = 2 - \frac{3}{2}x$$

از آنجا که مساحت مثلث متساوی الاضلاع به ضلع  $x$  برابر  $\frac{\sqrt{3}}{4}x^2$  است (چرا؟)، پس می توان نوشت:

$$S = x \cdot y + \frac{\sqrt{3}}{4}x^2$$

حال اگر به جای  $y$  معادل آن را بر حسب  $x$  قرار دهیم. داریم:

$$S = x \cdot \left(2 - \frac{3}{2}x\right) + \frac{\sqrt{3}}{4}x^2 = 2x - \frac{3}{2}x^2 + \frac{\sqrt{3}}{4}x^2 = \frac{\sqrt{3} - 6}{4}x^2 + 2x$$

این تابع، یک تابع درجه‌ی ۲ (سه‌می) است و دارای ماکزیمم است (چرا؟). لذا داریم.

$$x = \frac{-b}{2a} = \frac{-2}{2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3} - 6}{4}\right)} = \frac{2}{6 - \sqrt{3}} = \frac{2}{4 - \sqrt{3}} = 0.94 \text{ m}$$

$$y_{\max} = 2 - \frac{3}{2}x = 2 - \frac{3}{2}(0.94) = 0.59 \text{ m}$$

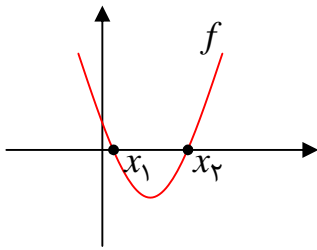
توجه: پنجره‌ی موضوع این تمرین، زمانی بیشترین نوردهی دارد که بزرگترین مساحت را داشته باشد.

\*\*\*

## قسمت نهم: صفرهای تابع درجه ۲ (سهمی)

همانطور که می دانیم، نمودار هر تابع درجه ۲، یک سهمی است و

دارای معادله ای به صورت  $f(x) = ax^2 + bx + c$  است.



$$f(x_1) = f(x_2) = 0$$

بنابراین ممکن است محور طولها را در یک یا دو نقطه قطع کند و یا

اینکه محور طولها را هیچ قطع نکند. طول نقطه‌ی تقاطع نمودار سهمی

با محور طولها را صفر تابع می نامند. بدیهی است که در این نقطه

مقدار تابع (عرض نقطه) برابر صفر است. بنابر این، صفر تابع  $f$  همان ریشه‌ی معادله‌ی  $f(x) = 0$  است.

**نتیجه:** بر اساس مفهوم فوق می توان نتیجه گرفت که:

الف: نمودار سهمی محور طولها را در دو نقطه قطع می کند. بنابراین معادله‌ی  $ax^2 + bx + c = 0$  دارای

دو ریشه‌ی متمایز است.



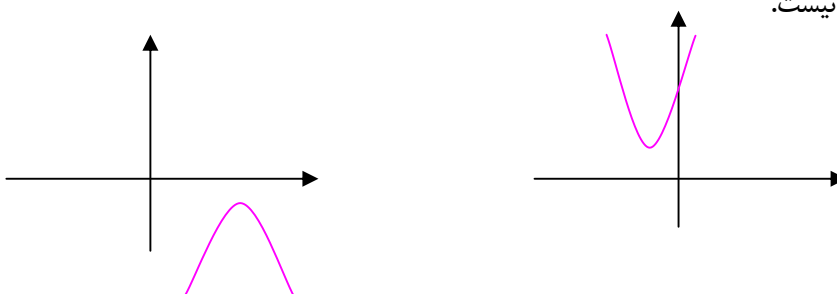
ب: نمودار سهمی بر محور طولها مماس است. بنابراین معادله‌ی  $ax^2 + bx + c = 0$  دارای ریشه‌ی

مضاعف است.



ج: نمودار سهمی محور طولها را در دو نقطه قطع نمی کند. بنابراین معادله‌ی  $ax^2 + bx + c = 0$  دارای

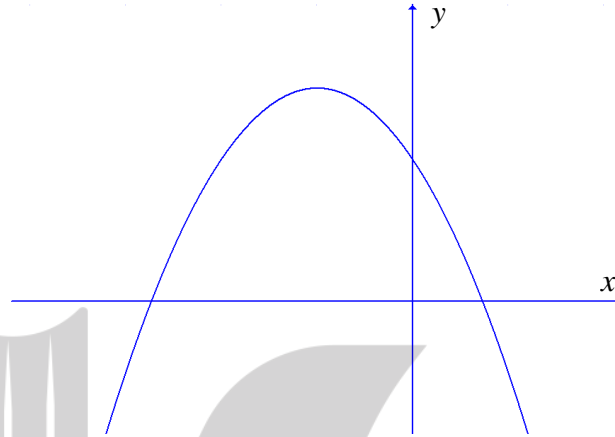
ریشه‌ی حقیقی نیست.





حل چند تمرین :

۱۹: نمودار زیر، نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  می باشد. تعداد ریشه های معادله  $f(x) = 0$  و علامت  $a$  و  $b$  و  $c$  را تعیین کنید.



حل : نمودار محور طول ها را در دو نقطه ی مجزا قطع کرده است. لذا معادله  $f(x) = 0$  دارای دو ریشه ی متمایز است.

نمودار سهمی رو به پایین است، لذا  $a < 0$

دو ریشه مختلف علامه اند و قدر مطلق ریشه ی منفی از ریشه ی مثبت بیشتر است. لذا مجموع ریشه ها منفی است. پس :

$$S < 0 \rightarrow \frac{-b}{a} < 0 \rightarrow \frac{b}{a} > 0 \xrightarrow{a < 0} b < 0$$

چون دو ریشه مختلف علامه اند. لذا حاصل ضرب آنها منفی است. پس :

$$P < 0 \rightarrow \frac{c}{a} < 0 \xrightarrow{a < 0} c > 0$$

توجه :

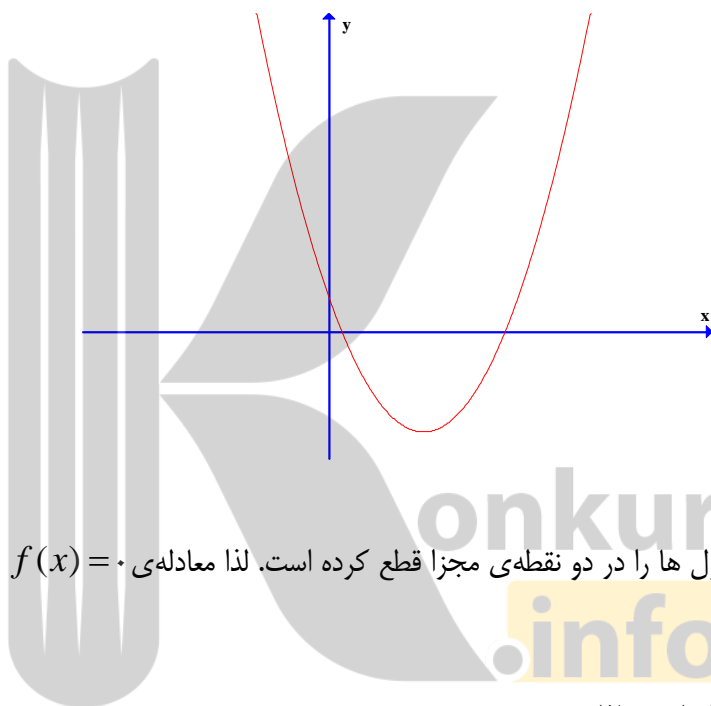
الف : به روش دیگری می توان علامت  $b$  را نیز تعیین کرد. در این روش طول رأس سهمی را در نظر می گیریم. مثلاً در این تمرین با توجه به نمودار معلوم است که طول رأس سهمی منفی است. لذا :

$$\frac{-b}{2a} < 0 \rightarrow \frac{b}{2a} > 0 \xrightarrow{a < 0} b < 0$$

ب : به روش دیگری نیز می توان علامت  $c$  را تعیین کرد. با توجه به اینکه تابع محور  $y$  ها را در نقطه  $(0, c)$  قطع می کند، لذا می توان به توجه به نقطه‌ی تقاطع نمودار با محور  $y$  ها ، علامت  $c$  را تعیین کرد. در تمرین فوق ، از روی نمودار واضح است که محل تقاطع نمودار با محور عرض ها (مقدار  $c$ ) بالای محور  $x$  ها است. پس  $c > 0$

\*\*\*

۲♦ : نمودار زیر، نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  می باشد. تعداد ریشه های معادله‌ی  $f(x) = 0$  و علامت  $a$  و  $b$  و  $c$  را تعیین کنید.



حل : نمودار محور طول ها را در دو نقطه‌ی مجزا قطع کرده است. لذا معادله‌ی  $f(x) = 0$  دارای دو ریشه‌ی متمایز است.

نمودار سهمی رو به بالا است، لذا  $a > 0$

دو ریشه هم علامت و مثبت می باشند. لذا مجموع آنها مثبت است. پس

$$S > 0 \rightarrow \frac{-b}{a} > 0 \rightarrow \frac{b}{a} < 0 \xrightarrow{a > 0} b < 0$$

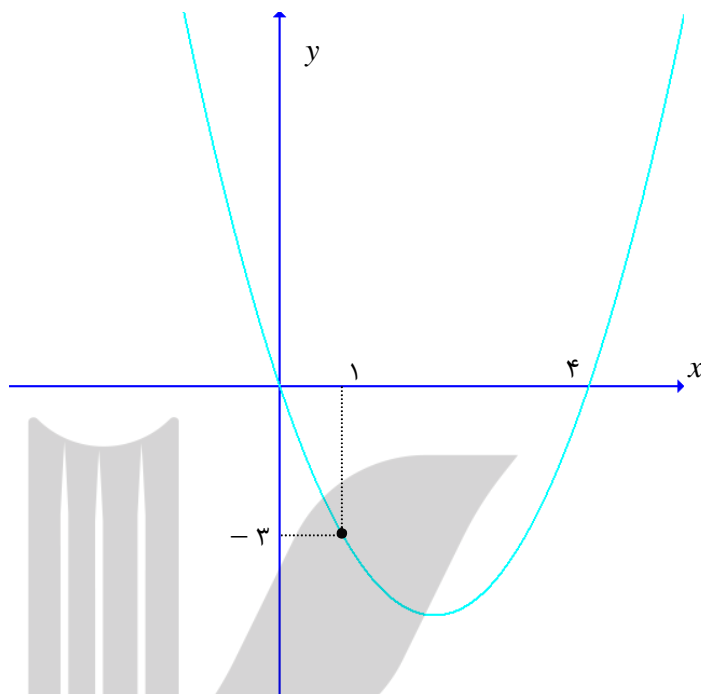
چون دو ریشه مثبت هستند، لذا حاصل ضرب آنها نیز مثبت است. پس

$$P > 0 \rightarrow \frac{c}{a} > 0 \xrightarrow{a > 0} c > 0$$

\*\*\*

۲۱: در شکل زیر نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  داده شده است.

الف: مقدار  $a$  و  $b$  و  $c$  را بدست آورید. ب: جدول علامت  $f(x)$  را تشکیل دهید.



حل: سه نقطه از نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  معلوم است. لذا داریم.

$$\begin{array}{l}
 A \left\{ \begin{array}{l} \cdot \\ \cdot \end{array} \right. \frac{f(x) = ax^2 + bx + c}{\cdot} \rightarrow \cdot = a(\cdot)^2 + b(\cdot) + c \rightarrow c = \cdot \\
 B \left\{ \begin{array}{l} \cdot \\ -3 \end{array} \right. \frac{f(x) = ax^2 + bx + c}{-3} \rightarrow -3 = a(1)^2 + b(1) + c \rightarrow a + b + c = -3 \\
 \xrightarrow{c = \cdot} a + b = -3 \\
 C \left\{ \begin{array}{l} \cdot \\ \cdot \end{array} \right. \frac{f(x) = ax^2 + bx + c}{\cdot} \rightarrow \cdot = a(4)^2 + b(4) + c \rightarrow 16a + 4b + c = \cdot \\
 \xrightarrow{c = \cdot} 16a + 4b = \cdot \xrightarrow{\div 4} 4a + b = \cdot
 \end{array}$$

حال دستگاه زیر را حل می کنیم.

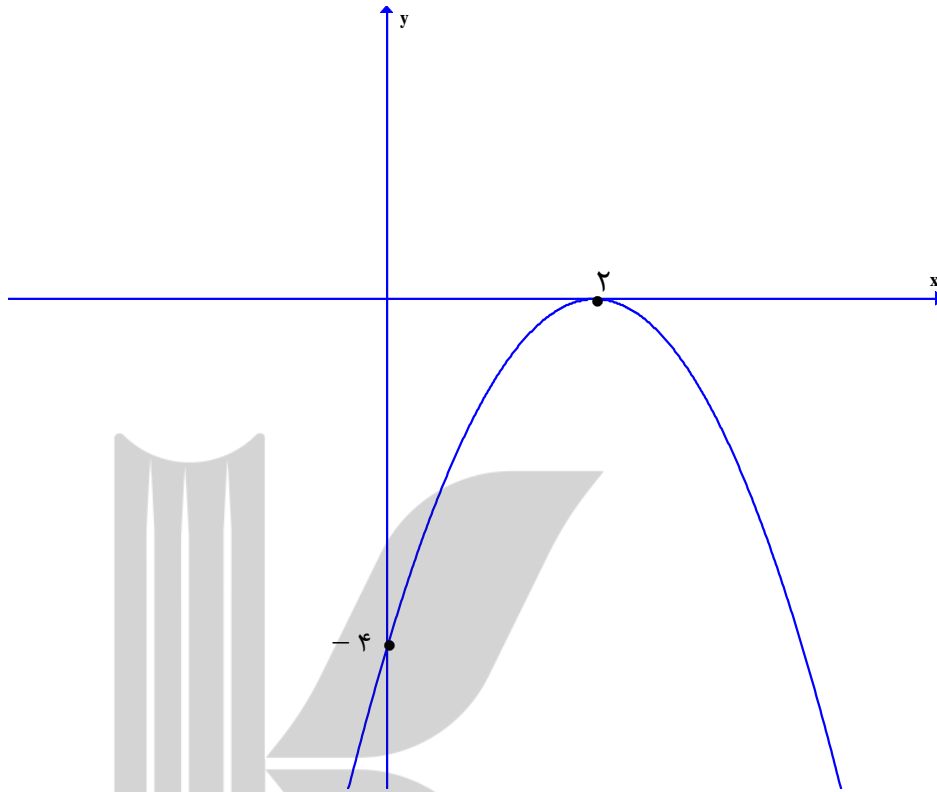
$$\begin{cases} a + b = -3 \\ 4a + b = \cdot \end{cases} \rightarrow a = 1, b = -4$$

در نهایت جدول تعیین علامت را با توجه به نمودار داده شده، به صورت زیر تشکیل می دهیم.

$x$	$-\infty$				$4$		$+\infty$
$y$		$+$	$\phi$	$-$	$\phi$	$+$	

۲۲: در شکل مقابل نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  داده شده است.

الف: مقدار  $a$  و  $b$  و  $c$  را بدست آورید. ب: جدول علامت  $f(x)$  را تشکیل دهید.



حل: دو نقطه از نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  معلوم است. لذا داریم.

$$A \begin{cases} \cdot \\ -4 \end{cases} \cdot \frac{f(x)=ax^2+bx+c}{-4} \rightarrow -4 = a(\cdot)^2 + b(\cdot) + c \rightarrow c = -4$$

$$B \begin{cases} \cdot \\ \cdot \end{cases} \cdot \frac{f(x)=ax^2+bx+c}{\cdot} \rightarrow \cdot = a(2)^2 + b(2) + c \rightarrow 4a + 2b + c = \cdot$$

$$\xrightarrow{c=-4} 4a + 2b = 4 \rightarrow 2a + b = 2$$

نقطه‌ی  $B$  ماگزیمم تابع نیز می باشد. پس:

$$B \begin{cases} \cdot \\ \cdot \end{cases} \cdot \frac{x_0 = \frac{-b}{2a}}{2} \rightarrow 2 = \frac{-b}{2a} \rightarrow 4a + b = \cdot$$

حال دستگاه زیر را حل می کنیم.

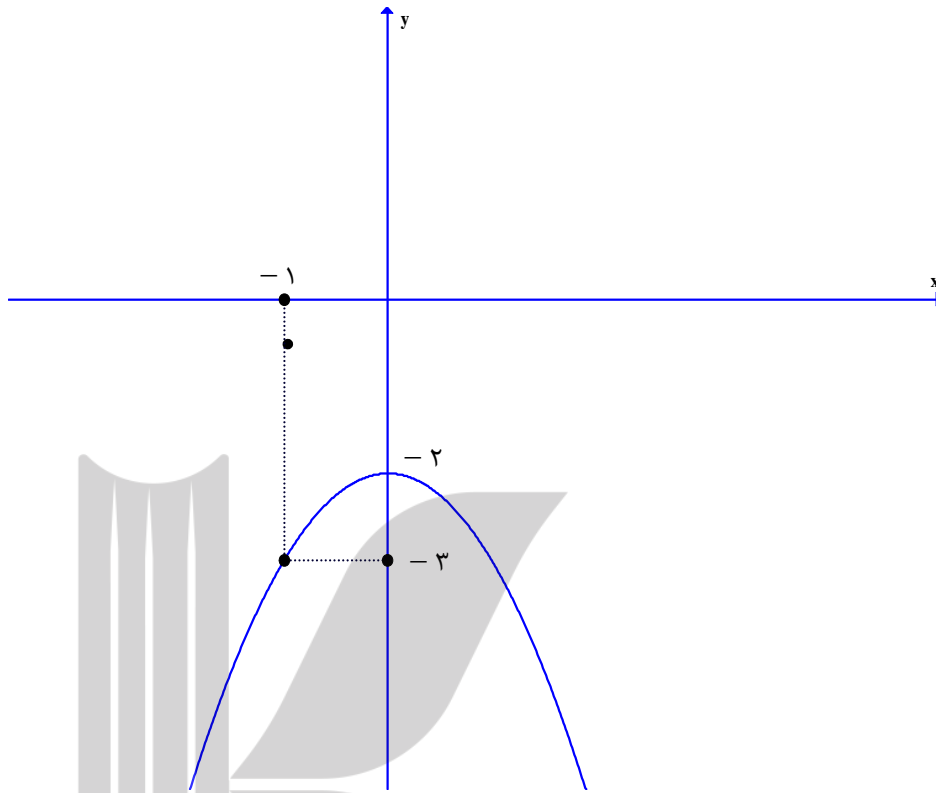
$$\begin{cases} 2a + b = 2 \\ 4a + b = \cdot \end{cases} \rightarrow a = -1, b = 4$$

در نهایت جدول تعیین علامت را با توجه به نمودار داده شده، به صورت زیر تشکیل می دهیم.

$x$	$-\infty$	$2$	$+\infty$
$y$		$\phi$	
		-	-

۲۳: در شکل مقابل نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  داده شده است.

الف: مقدار  $a$  و  $b$  و  $c$  را بدست آورید. ب: جدول علامت  $f(x)$  را تشکیل دهید.



حل: دو نقطه از نمودار تابع  $f(x) = ax^2 + bx + c$  معلوم است. لذا داریم.

$$A \begin{cases} \cdot \\ -2 \end{cases} \frac{f(x) = ax^2 + bx + c}{-2} \rightarrow -2 = a(0)^2 + b(0) + c \rightarrow c = -2$$

نقطه‌ی  $A$  ماکزیمم تابع نیز می باشد. پس:

$$A \begin{cases} \cdot \\ -2 \end{cases} \frac{x_0 = \frac{-b}{2a}}{-2} \rightarrow \cdot = \frac{-b}{2a} \rightarrow b = \cdot$$

$$B \begin{cases} -1 \\ -3 \end{cases} \frac{f(x) = ax^2 + bx + c}{-3} \rightarrow -3 = a(-1)^2 + b(-1) + c \rightarrow a - b + c = -3$$

$$\xrightarrow{c = -2} a - b = -1$$

حال دستگاه زیر را حل می کنیم.

$$\begin{cases} a - b = -1 \\ b = \cdot \end{cases} \rightarrow a = -1$$

در نهایت جدول تعیین علامت را با توجه به نمودار داده شده ، به صورت زیر تشکیل می دهیم. (چون محور طولها را قطع نمی کند پس تابع ریشه ندارد.)

$x$	$-\infty$	$+\infty$
$y$	-	-

\*\*\*

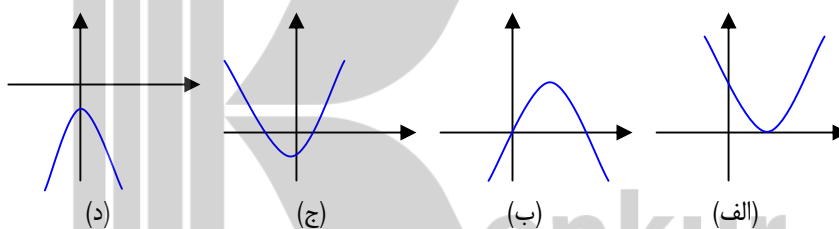
**توجه ۱:** محل تقاطع نمودار سهمی به معادله  $y = ax^2 + bx + c$  با محور عرضها مقدار  $c$  را نشان می دهد. لذا در هر سهمی که نمودار آن از مبدأ مختصات می گذرد ،  $c = 0$  است.

**توجه ۲:** اگر نمودار سهمی نسبت به محور  $y$  ها متقارن باشد، محور تقارن آن یعنی خط  $x = \frac{-b}{2a}$  روی

محور  $y$  ها منطبق است. پس  $x = 0$  می باشد و در نتیجه  $b = 0$  است.

**تمرین برای حل :**

**۲۴:** جدول زیر را با توجه به نمودار های داده شده کامل کنید. ( $y = ax^2 + bx + c$ )



د	ج	ب	الف	
				علامت $\Delta$
				علامت $a$
				علامت $b$
				علامت $c$
				تعداد صفر های تابع

**۲۵:** معادله  $y = -\frac{1}{4}x^2 + x$  مسیر حرکت یک توپ بعد از شوت آن، یک تابع درجه دو با ضابطه  $y = -\frac{1}{4}x^2 + x$

است. در این معادله  $x$  مسافت طی شده و  $y$  ارتفاع توپ از سطح زمین است.

الف : حداکثر ارتفاع توپ را به دست آورید.

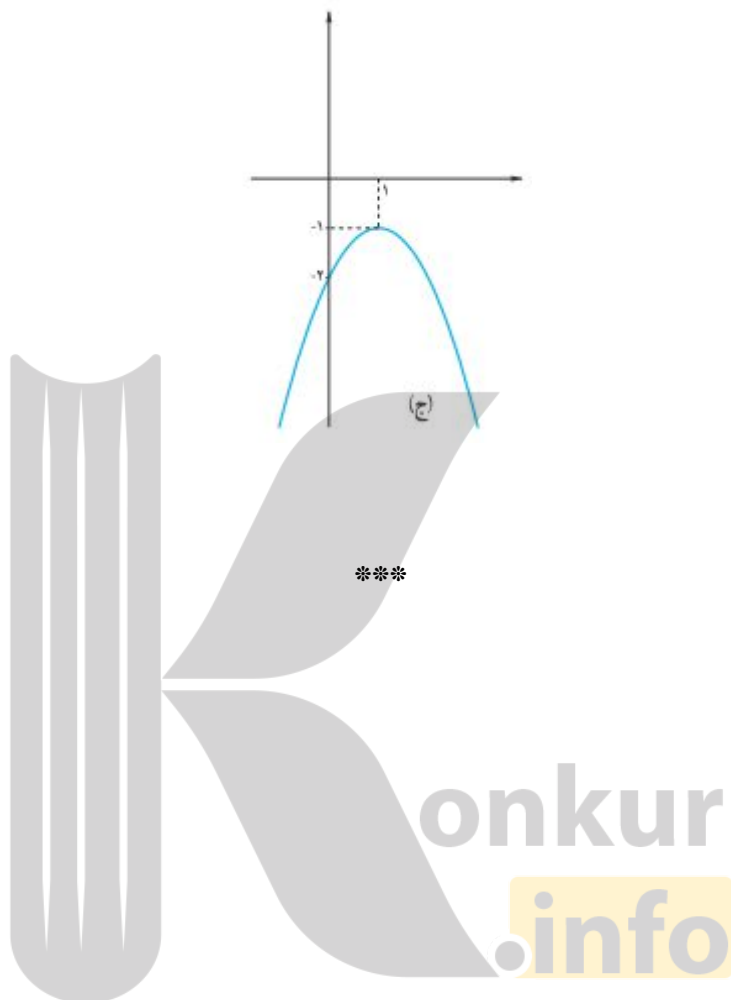
ب : تعیین کنید که حداکثر مسافت طی شده توسط این توپ چقدر است؟

ج : نمودار حرکت توپ را رسم کنید.

۲۶: معادله‌ی یک سهمی به صورت  $y = a(x - 1)(x - 2)$  است، مقدار  $a$  را چنان تعیین کنید که این

سهمی محور عرض‌ها را در نقطه‌ای به عرض ۴ قطع کند.

۲۷: معادله‌ی سهمی مربوط به نمودار زیر را بنویسید.



## درس سوم: معادلات گویا و معادلات رادیکالی

در این درس به روش های حل معادلات گویا و معادلات رادیکالی می پردازیم. این دو نوع معادله به جهت کاربردهای بسیار زیاد آنها از اهمیت خاصی برخوردارند.

### قسمت اول: معادلات گویا

هر معادله که در آن متغیر معادله در مخرج کسر باشد، را یک معادله‌ی شامل عبارت گویا یا به اختصار معادله‌ی گویا می نامند. مانند معادلات زیر:

$$\text{الف) } \frac{2x+3}{2x-2} - \frac{5}{x^2-1} = \frac{2x-3}{2x+2} \quad \text{ب) } \frac{5}{x} - \frac{4}{x^2-2x} = \frac{x-4}{x-2}$$

برای حل چنین معادلاتی، ابتدا کوچکترین مضرب مشترک مخرج ها را محاسبه کرده<sup>۱</sup> و در تمام کسرها ضرب می کنیم. سپس معادله‌ی بدست آمده را حل می کنیم. در نهایت جوابی از معادله را می پذیریم که به ازای آن مخرج هیچ کسری صفر نشود<sup>۲</sup>.

**مثال:** معادله‌ی زیر را حل کنید.

$$\frac{5}{x} - \frac{4}{x^2-2x} = \frac{x-4}{x-2}$$

حل: ابتدا کوچکترین مضرب مشترک مخرج ها را تعیین می کنیم.

$$\begin{cases} A = x \\ B = x^2 - 2x = x(x-2) \xrightarrow{\text{ک م م}} x(x-2) \\ C = x-2 \end{cases}$$

$$\frac{5}{x} - \frac{4}{x^2-2x} = \frac{x-4}{x-2} \rightarrow \frac{5 \times x(x-2)}{x} - \frac{4 \times x(x-2)}{x(x-2)} = \frac{(x-4) \times x(x-2)}{x-2}$$

$$\rightarrow 5(x-2) - 4 = x(x-4) \rightarrow 5x - 10 - 4 = x^2 - 4x \rightarrow x^2 - 9x + 14 = 0$$

$$\rightarrow (x-7)(x-2) = 0 \rightarrow \begin{cases} x = 7 \\ x = 2 \text{ غ ق غ} \end{cases}$$

<sup>۱</sup> برای این کار ابتدا مخرج ها را تجزیه کرده و سپس حاصل ضرب عوامل مشترک و غیر مشترک با توان بیشتر را تعیین می کنیم.

<sup>۲</sup> اگر معادله‌ی گویا به صورت تساوی دو کسر بیان شده باشد، بهتر است، از خاصیت ضرب طرفین و وسطین استفاده کنیم.



تمرین برای حل : هر یک از معادلات زیر را حل کنید.

$$۱) \frac{2x+3}{2x-2} - \frac{5}{x^2-1} = \frac{2x-3}{2x+2}$$

$$۴) \frac{1}{x^2-2x+1} = \frac{3}{x^2-2x+3}$$

$$۲) \frac{x-2}{x+2} + \frac{x}{x-2} = \frac{8}{x^2-4}$$

$$۵) \frac{n^2-2n+2}{n^2-2n} - \frac{1+n}{n} = \frac{n-1}{n-2}$$

$$۳) \frac{3}{2x} = \frac{x+2}{x^2-3x}$$

$$۶) \frac{2x}{x^2-1} + \frac{2}{x+1} = \frac{2-x}{x^2-x}$$

حل چند مسئله‌ی کاربردی :



۷: مستطیل طلایی، مستطیلی است که نسبت مجموع طول و عرض آن به

طول مستطیل برابر با نسبت طول به عرض آن باشد. به عبارت دیگر اگر طول

و عرض مستطیل به ترتیب  $x$  و  $y$  باشند، می توان نوشت:

$$\frac{x+y}{x} = \frac{x}{y}$$

نسبت طول به عرض این مستطیل را **نسبت طلایی** می گویند.

حال اگر عرض مستطیل را برابر یک در نظر بگیریم، واضح است که مقدار  $x$  همان نسبت طلایی است. برای

محاسبه  $x$  مقدار کافی است که معادله‌ی زیر را حل کنیم.

$$\frac{x+1}{x} = \frac{x}{1} \rightarrow x^2 = x+1 \rightarrow x^2 - x - 1 = 0 \xrightarrow{\Delta=5} \begin{cases} x_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \\ x_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2} \end{cases}$$

واضح است که جواب منفی قابل قبول است. عدد  $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$  که مقدار تقریبی آن  $1/618$  است به عدد

طلایی معروف است که از دوران باستان مورد توجه بوده است.

\*\*\*

۸: در یک مزرعه‌ی شالیکاری دو کارگر که با هم کار می‌کنند، کار نشاکاری را در ۱۸ روز تمام می‌کنند. اما اگر هر کدام به تنهایی کار می‌کردند، کارگر اول ۱۵ روز زودتر از کارگر دوم این کار را تمام می‌کرد. هر کدام از این دو کارگر به تنهایی کار را در چند روز تمام می‌کنند.

حل: اگر کارگر اول در  $x$  روز کار را تمام می‌کند، پس کارگر دوم همین کار را در  $x + ۱۵$  روز تمام می‌کند. لذا

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x+15} = \frac{1}{18}$$

$$\frac{\times 18x(x+15)=}{\rightarrow} 18(x+15) + 18x = x(x+15) \rightarrow 18x + 270 + 18x = x^2 + 15x$$

$$\rightarrow x^2 - 21x - 270 = 0 \quad \Delta = (-21)^2 - 4(1)(-270) = 441 + 1080 = 1521 \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1 = \frac{21 + 39}{2} = 30 \\ x_2 = \frac{21 - 39}{2} = -9 \end{array} \right.$$

بنابر ماهیت مسئله ریشه‌ی  $x = -9$  قابل قبول نیست.

\*\*\*

۹: در یک مغازه‌ی ماهی‌های تزئینی، ماهی‌های شور در محلول آب نمک با غلظت ۷ درصد نگهداری می‌شوند. به علت تازه کار بودن کارگرها، ۲۰۰ کیلو گرم آب نمک ۴ درصدی ساخته شده است. چگونه می‌توان این محلول را به غلظت مورد نظر رساند.

حل: فرض می‌کنیم به اندازه‌ی کافی موجود باشد و بتوانیم با اضافه کردن نمک کافی، محلول را با ۷ درصد نمک بسازیم. ابتدا محاسبه می‌کنیم که در محلول فعلی چند کیلو گرم نمک وجود دارد.

$$\frac{4}{100} \times 200 = 8 \quad \text{کیلو}$$

اگر  $x$  کیلوگرم نمک به این محلول بیفزاییم، میزان نمک آب  $x + 8$  کیلوگرم می‌شود و وزن کل محلول  $x + 200$  کیلوگرم می‌شود، پس برای داشتن محلول ۷ درصدی نمک باید داشته باشیم:

$$\frac{8+x}{200+x} = \frac{7}{100}$$

$$\frac{8+x}{200+x} = \frac{7}{100} \rightarrow 800 + 100x = 1400 + 7x \rightarrow 93x = 600 \rightarrow x = \frac{600}{93} \quad \text{کیلو گرم}$$

۱۰: خط یک متروی تهران به طول ۶۰ کیلومتر، میدان تجریش را به فرودگاه بین المللی امام خمینی (ره) متصل می کند. برای انجام یک آزمایش، قطاری مسیر شمال به جنوب این خط را با سرعت ثابت ۷ کیلومتر بر ساعت و بدون توقف در ایستگاه ها طی می کند. اگر در مسیر جنوب به شمال از سرعت متوسط قطار به میزان ۱۰ کیلومتر بر ساعت کاسته شود، زمان بازگشت نیم ساعت طولانی تر از زمان رفت خواهد شد. مدت زمان رفت و برگشت این قطار را محاسبه کنید.

**حل:** با توجه به صورت مسئله واضح است که زمان رفت قطار برابر  $\frac{60}{v}$  و زمان برگشت آن  $\frac{60}{v-10}$  است.

همچنین اختلاف زمانی رفت و برگشت نیم ساعت  $(\frac{1}{2})$  می باشد. لذا می توان نوشت:

$$\frac{60}{v-10} - \frac{60}{v} = \frac{1}{2}$$

اکنون این معادله را حل می کنیم.

$$\frac{60}{v-10} - \frac{60}{v} = \frac{1}{2} \quad \times 2v(v-10) \rightarrow 120v - 120(v-10) = v(v-10)$$

$$\rightarrow 120v - 120v + 1200 = v^2 - 10v \rightarrow v^2 - 10v - 1200 = 0$$

$$\rightarrow (v-40)(v+30) = 0 \rightarrow v = 40 \quad \text{و} \quad v = -30 \quad (\text{غیر قابل قبول})$$

لذا بر اساس این مسئله معلوم می شود که زمان رفت قطار برابر  $\frac{60}{40} = \frac{3}{2} = 1/5$  ساعت و زمان

$$\text{برگشت آن، برابر } 2 = \frac{60}{40-10} = \frac{60}{30} = \frac{60}{v-10} \text{ ساعت است.}$$

۱۱: دبیر ریاضی آرمان هر هفته یک آزمون ۱۰ امتیازی برگزار می کند. پس از ۵ هفته، آرمان جمعاً ۳۶

امتیاز کسب کرده بود. یعنی میانگین هر آزمون او در پنج هفته اول به صورت زیر بود.

$$\frac{36}{5} = 7/2$$

او از هفته ششم به بعد در تمام آزمون ها امتیاز ۹ را کسب کرد. به طوری که میانگین امتیاز کل آزمون

هایش برابر ۸ شد. حساب کنید که از هفته ششم به بعد، آرمان در چند آزمون متوالی نمره ۹ گرفته است؟

حل : ابتدا الگوی زیر را تشکیل می دهیم.

شماره‌ی آزمون	۱	۲	۳	۴	۵	۶	....	؟
امتیاز کسب شده	۳۶					۹	....	۹
میانگین	۷/۲					۹		

گیریم که آرمان در بعد از هفته‌ی پنجم در  $n$  آزمون شرکت کرده باشد. پس تعداد کل آزمون های آرمان برابر  $n + ۵$  می شود. از طرفی کل امتیاز های کسب شده توسط او برابر  $۹n + ۳۶$  خواهد شد. لذا میانگین

کل امتیاز های آرمان می شود،  $\frac{۹n + ۳۶}{۵ + n}$  که طبق مسئله برابر ۸ است. پس داریم.

$$\frac{۹n + ۳۶}{۵ + n} = ۸ \rightarrow ۹n + ۳۶ = ۴۰ + ۸n \rightarrow n = ۴$$

یعنی آرمان بعد از هفته‌ی پنجم فقط در ۴ آزمون شرکت کرده است.

۱۲ : اگر دو ماشین چمن زنی با هم کار کنند، می توانند در ۴ ساعت چمن یک زمین را کوتاه کنند. با فرض اینکه سرعت کار یکی از آنها دو برابر دیگری باشد، هر یک به تنهایی در چند ساعت می توانند این کار را انجام دهند؟

حل : گیریم که ماشین سریعتر  $A$  و دیگری  $B$  باشد. اگر زمان انجام کار توسط ماشین  $A$  برابر  $t$  باشد، زمان انجام کار توسط ماشین  $B$  مساوی  $۲t$  است. با توجه به صورت مسئله می توان نوشت:

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{2t} = \frac{1}{4}$$

$$\xrightarrow{\times 4t} 4 + 2 = t \rightarrow t = 6$$

$\rightarrow t = 6$  زمان مورد نیاز برای ماشین  $A$  برای کار به تنهایی

$\rightarrow 2t = 2(6) = 12$  زمان مورد نیاز برای ماشین  $B$  برای کار به تنهایی

۱۳ : علی به همراه چند نفر از دوستان خود، ماهانه یک مجله‌ی ادبی ۱۶ صفحه ای را منتشر می کند. پس از حروف چینی مطالب، او معمولاً ۲ ساعت برای ویرایش ادبی مجله وقت صرف می کند. اگر رضا به او کمک کند، کار ویرایش حدود ۱ ساعت و ۲۰ دقیقه به طول می انجامد. حساب کنید که اگر رضا بخواهد به تنهایی کار ویرایش یک مجله را انجام دهد، نیازمند چه میزان وقت نیاز دارد؟

$$\frac{1}{r} + \frac{1}{120} = \frac{1}{80} \xrightarrow{\times 240r} 240 + 2r = 3r \rightarrow r = 240 \text{ min}$$

## قسمت دوم : معادلات رادیکالی

هر معادله که در آن متغیر معادله در زیر رادیکال ( با فرجه‌ی دوم) باشد، را یک معادله‌ی شامل عبارت اصم یا رادیکالی می‌نامند. مانند معادلات زیر :

$$\text{الف) } 1 + \sqrt{x+2} = x - 3$$

$$\text{ب) } 2\sqrt{x} = \sqrt{3x+4}$$

برای حل چنین معادلاتی، در یک مرحله‌ی مناسب طرفین معادله را به توان ۲ می‌رسانیم تا یک معادله‌ی بدون رادیکال به دست آید. سپس این معادله را حل می‌کنیم. در نهایت جوابی از معادله را می‌پذیریم که الف : به ازاء آن عبارت زیر رادیکال منفی نباشد. ب : معادله به ازای آن برقرار باشد. مثال : معادله‌ی زیر را حل کنید.

$$1 + \sqrt{x+2} = x - 3$$

حل:

$$1 + \sqrt{x+2} = x - 3 \rightarrow \sqrt{x+2} = x - 4 \rightarrow (\sqrt{x+2})^2 = (x-4)^2$$

$$\rightarrow x+2 = x^2 - 8x + 16$$

$$\rightarrow x^2 - 9x + 14 = 0 \rightarrow (x-7)(x-2) = 0 \rightarrow \begin{cases} x=7 \\ x=2 \text{ غ ق} \end{cases}$$

تمرین برای حل :

۱۴ : هر یک از معادلات زیر را حل کنید.

$$۱) \sqrt{5m-1} + 3 = 0$$

$$۴) 2\sqrt{3-2x} + x = 3$$

$$۲) \sqrt{3x-5} = \sqrt{x-2} + 1$$

$$۵) \sqrt{15 + \sqrt{2x-80}} = 5$$

$$۳) \sqrt{2 + \sqrt{x-5}} = \sqrt{13-x}$$

$$۶) \frac{1}{\sqrt{u-3}} - \frac{2}{\sqrt{u}} = 0$$

۱۵ : عددی پیدا کنید که حاصل جمع آن با جذرش برابر شود.

۱۶ : بدون حل، توضیح دهید که چرا معادله‌های زیر فاقد جواب حقیقی می‌باشند.

$$\text{الف) } \sqrt{t} + 2 = 0$$

$$\text{ب) } \sqrt{x-2} + \sqrt{2x-3} + 1 = 0$$

$$\text{ج) } \sqrt{1-x} + \sqrt{x-2} = 0$$

۱۷: مقدار  $k$  را از تساوی مقابل حساب کنید.

$$v = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

۱۸: معادله ای شامل مجموع دو عبارت رادیکالی بنویسید که عدد ۱ یکی از ریشه های آن باشد. مسئله چند جواب دارد.

\*\*\*

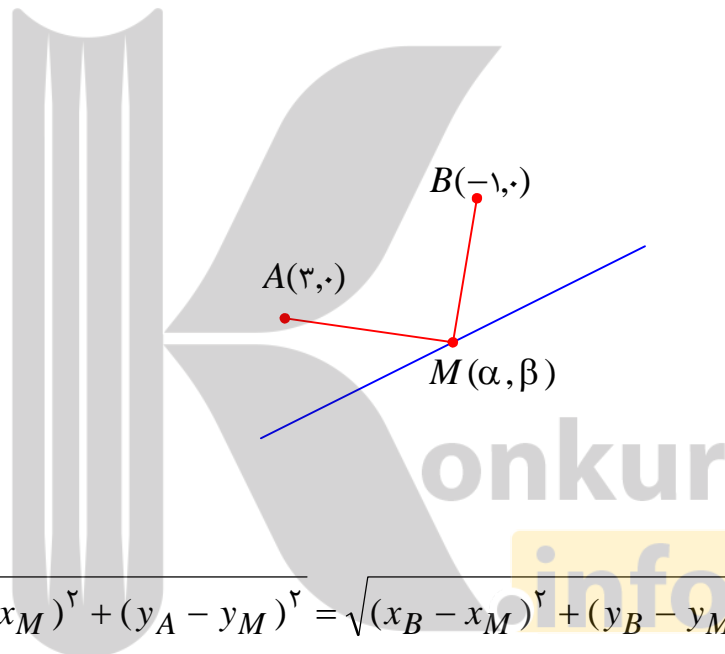
### حل چند مسئله‌ی کاربردی

۱۹: نقطه ای روی خط  $y = 2x + 1$  بیابید که از دو نقطه‌ی  $A(3, 0)$  و  $B(-1, 0)$  به یک فاصله باشد.

حل: فرض کنیم که  $M(\alpha, \beta)$  نقطه‌ی مورد نظر باشد. چون این نقطه روی خط  $y = 2x + 1$

$$\beta = 2\alpha + 1$$

از طرفی



$$MA = MB$$

$$\rightarrow \sqrt{(x_A - x_M)^2 + (y_A - y_M)^2} = \sqrt{(x_B - x_M)^2 + (y_B - y_M)^2}$$

$$\rightarrow (3 - \alpha)^2 + (0 - \beta)^2 = (-1 - \alpha)^2 + (0 - \beta)^2$$

$$\rightarrow 9 - 6\alpha + \alpha^2 + \beta^2 = 1 + 2\alpha + \alpha^2 + \beta^2 \rightarrow 9 - 6\alpha = 1 + 2\alpha \rightarrow \alpha = 1$$

$$\xrightarrow{\beta = 2\alpha + 1} \beta = 2(1) + 1 = 3$$

$$\therefore M(1, 3)$$

۲۰: دانش آموزان کلاس سن دبیر حسابان را از او پرسیدند. گفت: وقتی فرزندم به دنیا آمد، من ۳۰ سال

داشتم و اکنون سن او جذر سن من است. حال شما سن من را حساب کنید؟

حل: اگر سن دبیر حسابان  $x$  باشد، سن فرزند او  $x - 30$  خواهد بود. لذا می توان نوشت:

$$\sqrt{x} = x - 30$$

$$\rightarrow x = (x - 30)^2 \rightarrow x = x^2 - 60x + 900 \rightarrow x^2 - 61x + 900 = 0$$

$$\rightarrow (x - 36)(x - 25) = 0 \rightarrow \begin{cases} x = 36 \\ x = 25 \end{cases}$$

که جواب  $x = 25$  قابل قبول نیست. (چرا؟)

۲۱: اگر یک شیء از بالای ساختمانی به ارتفاع ۵۰ متر سقوط آزاد کند، پس از  $t$  ثانیه در ارتفاع  $h$  متری از

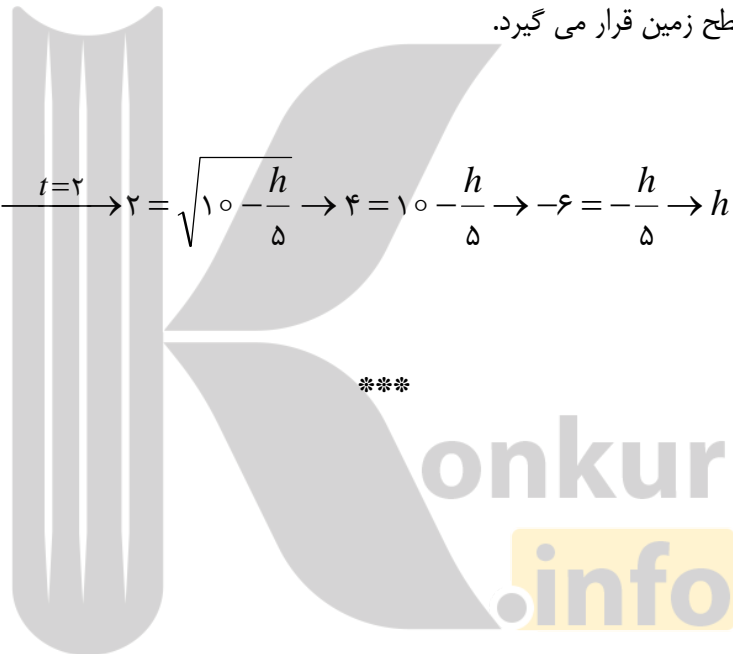
سطح زمین قرار خواهد داشت. اگر  $t = \sqrt{10 - \frac{h}{5}}$ ، حساب کنید که این جسم، دو ثانیه پس از سقوط در چه

ارتفاعی نسبت به سطح زمین قرار می گیرد.

حل :

$$t = \sqrt{10 - \frac{h}{5}} \xrightarrow{t=2} 2 = \sqrt{10 - \frac{h}{5}} \rightarrow 4 = 10 - \frac{h}{5} \rightarrow -6 = -\frac{h}{5} \rightarrow h = 30 \text{ m}$$

\*\*\*



بروزترین و برترین  
سایت کنکوری کشور

[WWW.KONKUR.INFO](http://WWW.KONKUR.INFO)

**K**onkur  
**.info**

<https://konkur.info>