

## پودمان سوم

# معادله‌های درجه دوم



رایج‌ترین آزمون سرعت عکس‌العمل در تربیت بدنی آزمون خط‌کش است. برای اجرا کردن این آزمون، دست‌های آزمودنی را طوری در کنار لبه میز قرار می‌دهند که انگشت شست و سبابه او به طور موازی با یکدیگر قرار گیرند. سپس نقطه صفر خط‌کش را مقابل لبه بالایی دست قرار می‌دهند و در عرض سه ثانیه آن را رها می‌کنند. فرد باید به محض رها شدن خط‌کش، آن را با دست بگیرد. به نظر شما اگر فردی خط‌کش را در فاصله ۴/۹ سانتی‌متری پس از رها شدن بگیرد، زمان عکس‌العمل او چقدر بوده است؟

### ۳-۱- مفهوم معادله‌های درجه دوم

مادر زهرا از کارآفرینان نمونه کشور است. او یک کارگاه تولید صنایع دستی دارد که افراد زیادی در آنجا مشغول به کارند. برای تأمین هزینه‌ها، لازم است که این کارگاه سه میلیون تومان درآمد ماهیانه داشته باشد. مادر زهرا برای کسب درآمد مورد نظر باید بداند چه تعداد کالا تولید شود و به فروش برسد. او برای یافتن جواب این سؤال‌ها، نظر مشاور مالی کارگاه را جویا می‌شود.

مشاور می‌گوید: برای افزایش درآمد می‌توان قیمت کالا را افزایش داد اما با این کار، ممکن است تعداد مشتری‌ها کم و درآمد کمتر شود. یک راه دیگر، افزایش تولیدات است ولی ممکن است همه تولیدات به فروش نرسند و مجبور شویم قیمت را پایین بیاوریم. به این ترتیب، ممکن است درآمد باز هم کمتر شود. باید حساب شده عمل کنیم و رابطه بین تعداد کالای تولید شده و سود به دست آمده را به طور دقیق حساب کنیم.

با بررسی آمار فروش دوره‌های گذشته، می‌توان رابطه بین قیمت کالا و میزان کالای به فروش رفته را پیدا کرد. بر اساس این اطلاعات، اگر قیمت کالا را با  $p$  نشان دهیم و  $x$  تعداد کالای فروش رفته با این قیمت باشد، رابطه  $x = 60,000 - 300p$  به طور تقریبی بین آنها برقرار است.

از طریق این معادله می‌توان پیش‌بینی کرد که اگر قیمت یک واحد کالا  $p$  باشد، طبق رابطه بالا، به تعداد  $x$  واحد از آن کالا به فروش می‌رسد. بر این اساس، در چنین وضعیتی چند واحد کالا باید تولید شود تا با فروش آنها درآمد کارگاه سه میلیون تومان شود؟ فعالیت صفحه بعد به شما در حل این مسئله کمک می‌کند.





۱) با استفاده از رابطه  $x = 60,000 - 300p$  مقدار  $p$  را بر حسب  $x$  به دست آورید.

۲) درآمد حاصل از فروش  $x$  کالا با قیمت  $p$  را با  $R = x.p$  نشان می دهند. معادله درآمد را بر حسب  $x$  بنویسید.

۳) چند جمله ای درآمد بر حسب  $x$  از درجه چند است؟

۴) اگر درآمد حاصل از فروش، ماهیانه سه میلیون تومان باشد، چه معادله ای برای  $x$  به دست می آید؟

معادله هایی مانند معادله به دست آمده از فعالیت بالا را **معادله درجه دوم** می نامند. در بسیاری از مسئله های کاربردی، به این گونه معادله ها برخورد می کنیم.



معادله به شکل  $ax^2 + bx + c = 0$  که در آن  $a$  و  $b$  و  $c$  اعداد حقیقی مشخصی هستند و  $a \neq 0$ ، معادله درجه دوم نامیده می شود. مقادری برای  $x$  که به ازای آنها تساوی برقرار می شود، جواب های معادله نامیده می شوند.

## مثال ۱

کدام یک از معادله‌های زیر، معادله درجه دوم هستند؟

$$\text{الف) } (3x-1)(x+2) = 6 \quad \text{ب) } (2x+1)(x-1) = 2x^2 + 3$$

معادله (الف) پس از ساده‌سازی، به شکل زیر در می‌آید.

$$(3x-1)(x+2) = 6 \quad 3x^2 + 6x - x - 2 - 6 = 0 \Rightarrow 3x^2 + 5x - 8 = 0$$

بنابراین، معادله به دست آمده، معادله درجه دوم است.

اما، معادله (ب) پس از ساده‌سازی، به شکل زیر در می‌آید.

$$(2x+1)(x-1) = 2x^2 + 3 \Rightarrow 2x^2 - 2x + x - 1 = 2x^2 + 3 \Rightarrow -x - 4 = 0$$

بنابراین، معادله به دست آمده، معادله درجه اول است.

## مثال ۲

زمینی مستطیل شکل به مساحت ۶۰۰ مترمربع را با ۱۰۰ متر نرده محصور کرده‌ایم. طول و عرض زمین چقدر است؟

اگر طول و عرض این زمین بر حسب متر  $x$  و  $y$  در نظر گرفته شود، داریم:  $xy = 600$  و  $2(x+y) = 100$ .  
از معادله اول نتیجه می‌شود:  $y = 50 - x$  و با جایگذاری در معادله دوم داریم:

$$x(50-x) = 600 \Rightarrow x^2 - 50x + 600 = 0$$

این معادله نیز یک معادله درجه دوم است. پس از یاد گرفتن روش‌های حل معادله‌های درجه دوم، می‌توانید آن را حل کنید.



در مثال ۲، از معادله  $2(x + y) = 100$ ، مقدار  $x$  را بر حسب  $y$  حساب کنید و معادله ای بر حسب  $y$  بنویسید. معادله به دست آمده بر حسب  $x$  و معادله بر حسب  $y$  چه شباهتی با هم دارند؟

### تاریخچه معادله



معادله ها، از اولین دستاوردهای ریاضی بشرند. آنها را می توان در قدیمی ترین اسناد ریاضی مکتوب،



مانند برخی از متون میخی بابلی های باستان و پاپیروس های مصر باستان، یافت. بنا به ساختار جامعه بابلی، مسئله های مربوط به تقسیم ارث، از اهمیت بسیاری برخوردار بودند. اولین پسر همواره بیشترین سهم را دریافت می کرد، دومی بیشتر از سومی، و به همین ترتیب.

چنین محاسباتی نسبتاً زیاد رخ می دادند و متناظر با

معادله های خطی ما هستند. پیدا کردن طول و عرض زمین هایی که مساحت مشخصی باید داشته باشند منجر به حل معادله های درجه دوم می شد. البته مفهوم معادله در آن زمان موجود نبود و فقط مسئله هایی مطرح بودند که با دستورات عملی حل می شدند.

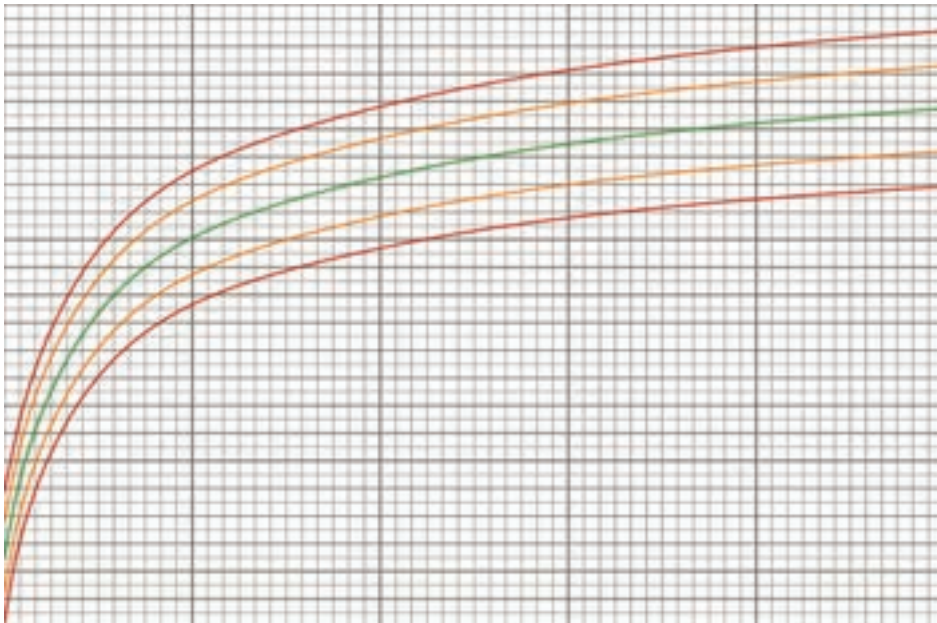
در مسئله های مطرح در بابل، مجهول نسبتاً واضح توصیف شده است و در پاپیروس های مصری با علامت  $h$  نمایش داده شده است.

پیش از اینکه زبان نمادین جبری مطرح شود، مجبور بودند معادله ها را به صورت کلامی بیان کنند. با نوشته شدن کتاب جبر و مقابله توسط خوارزمی در سده های سوم و چهارم هجری، جبر وارد ریاضیات شد و به حل معادله ها پرداخته شد. واژه **جبر** به معنای **جبران کردن** و **مقابله** به معنای **رو به رو قرار دادن دو سوی برابری** است.

## ۳-۲- رابطه‌های غیر خطی

در فصل‌های قبل، در مورد رابطه بین کمیت‌های متناسب بسیار کار کرده‌اید. در حالتی که دو کمیت به‌طور مستقیم با یکدیگر متناسب‌اند، مقدار هر کدام به صورت مضربی از مقدار دیگری است. در این حالت نمودار این‌گونه رابطه‌ها به صورت خط مستقیم است؛ به همین دلیل، این رابطه‌ها از نوع **رابطه‌های خطی** هستند.

در طبیعت، بسیاری از رابطه‌ها به صورت خطی نیستند. برای مثال، طول قد انسان‌ها با سن آنها رابطه دارد. آیا این رابطه یک رابطه خطی است؟ اگر این رابطه، یک رابطه خطی بود، تصور کنید طول قد انسان‌های سالمند چقدر می‌شد؟ می‌دانید که بعد از تولد، طول قد انسان افزایش پیدا می‌کند ولی میزان این افزایش در بازه‌های زمانی ثابت نیست و تقریباً بعد از بیست و دو سالگی، طول قد انسان ثابت می‌ماند. نمودار این رابطه برای یک فرد مانند شکل زیر است.



فعالیت ۲، تفاوت رابطه های خطی و غیرخطی را نشان می دهد.

رابطه طول ضلع یک مربع با محیط آن و رابطه طول ضلع یک مربع با مساحت آن را در نظر بگیرید. طول ضلع مربع را با  $x$ ، محیط آن را با  $P$  و مساحت آن را با  $S$  نشان دهید.

فعالیت ۲

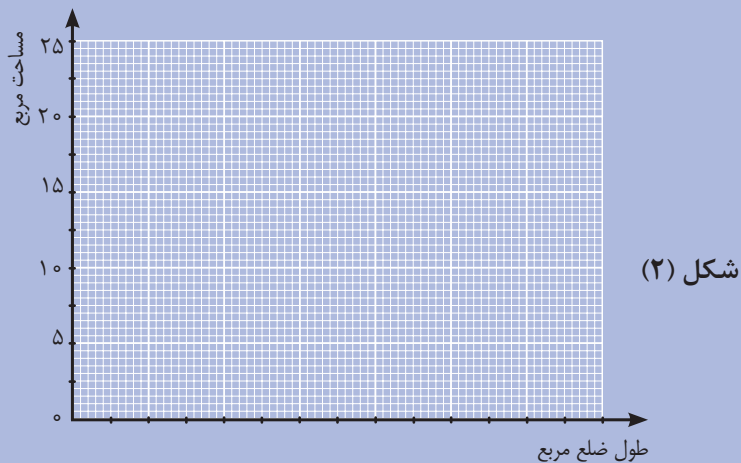
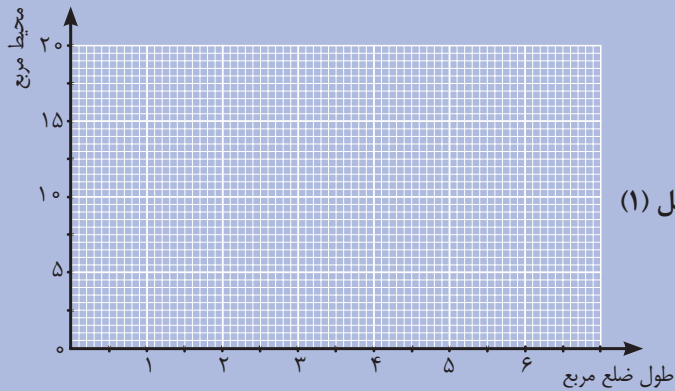


(۱) رابطه  $P$  و  $x$  و همچنین رابطه  $S$  و  $x$  را با دو معادله بنویسید.

$x$ (طول ضلع مربع)	۱	۲	۳	۴	۵
$p$ (محیط مربع)	...	...	...	...	...
$s$ (مساحت مربع)	...	...	...	...	...

(۲) جدول زیر را کامل کنید.

(۳) نقاط به دست آمده در جدول را در دو دستگاه محورهای مختصات زیر نشان دهید.



۴) جدولی رسم کنید که میزان افزایش محیط و مساحت مربع را وقتی طول ضلع آن از ۱ به ۲، از ۲ به ۳ و از ۴ به ۵ افزایش می‌یابد، نشان دهد.

۵) آیا نسبت افزایش محیط مربع به افزایش طول ضلع آن، مقدار ثابتی است؟

۶) آیا نسبت افزایش مساحت مربع به افزایش طول ضلع آن، مقدار ثابتی است؟

۷) می‌خواهیم نقاط شکل (۱) را به هم وصل کنیم؛ آیا می‌توانیم با یک خط راست همه این نقاط را به هم وصل کنیم؟ چرا؟

۸) می‌خواهیم نقاط شکل (۲) را به هم وصل کنیم؛ آیا می‌توانیم با یک خط راست همه این نقاط را به هم وصل کنیم؟ چرا؟

فعالیت بالا نشان می‌دهد که نمودار رابطه بین طول ضلع مربع و محیط آن به صورت خط راست است. در این حالت، نسبت افزایش محیط مربع به افزایش طول ضلع آن، مقداری ثابت است و این دو مقدار باهم رابطه خطی دارند. ولی نسبت افزایش مساحت مربع به طول ضلع آن، مقدار ثابتی نیست. به همین

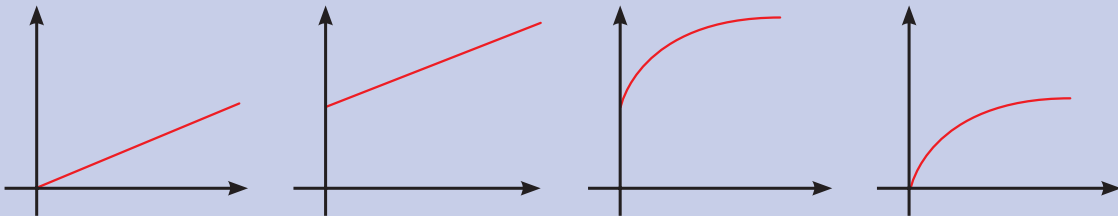


دلیل، نمودار رابطه طول ضلع مربع و مساحت آن به صورت خط راست نیست و رابطه بین طول ضلع مربع و مساحت آن را **غیرخطی** می نامند.

کاردکلاس ۲



در شکل زیر، محور افقی نشان دهنده زمان بر حسب ماه و محور عمودی نشان دهنده وزن یک انسان بر حسب کیلوگرم است. کدام یک از نمودارهای زیر می تواند نمودار وزن یک انسان در طول زمان باشد؟



کار در کلاس زیر، نمودار یک رابطه غیرخطی مهم را بررسی می کند.

کاردکلاس ۳



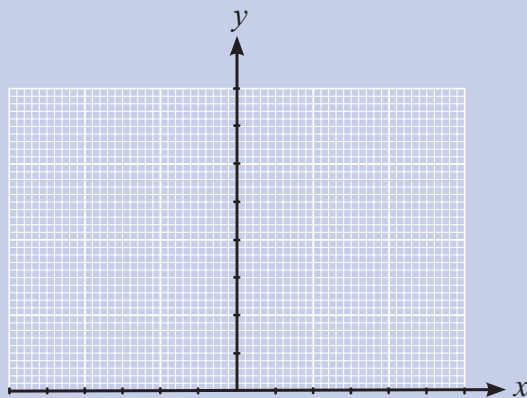
یک عدد حقیقی و مجذور آن را در نظر بگیرید. عدد حقیقی دلخواه را با  $x$  و مجذور آن ( $x^2$ ) را با  $y$  نشان دهید.

(۱) رابطه بین  $x$  و  $y$  را با یک معادله نشان دهید.

(۲) جدول زیر را کامل کنید (برای محاسبه می توانید از ماشین حساب استفاده کنید).

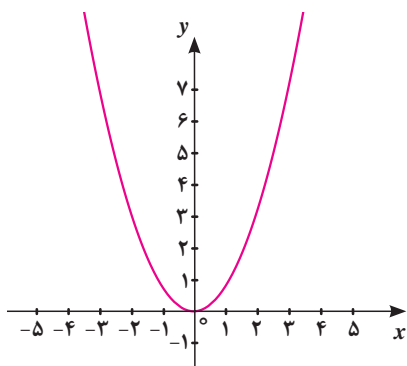
$x$	-۲	-۱/۸	-۱/۶	-۱/۴	-۱/۲	-۱	۰	۱	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۱/۸	۲
$y$	...	...	...	...	...	...	...	...	۱/۴۴	...	...	...	...

۳) نقاط جدول صفحه قبل را روی محورهای مختصات زیر نشان دهید و نمودار رابطه  $y = x^2$  را رسم کنید.

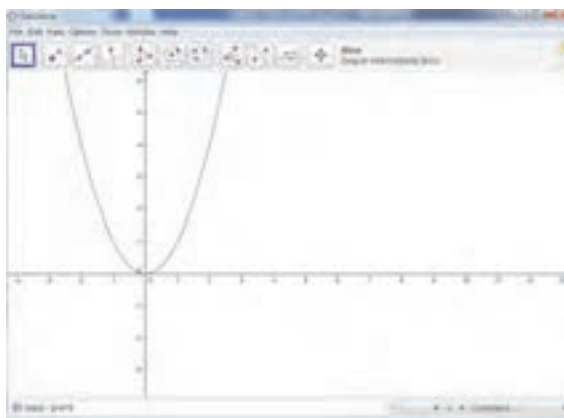


### رسم نمودار با جئوجبرا

به کمک جئوجبرا، نمودار رابطه  $y = x^2$  به طور دقیق تر به صورت شکل روبه رو رسم می شود.



برای رسم نمودار یک رابطه، معادله آن را در کادر پایین صفحه وارد کنید.



در وضعیت های زندگی روزمره، گاهی چند پدیده را هم زمان بررسی می کنیم. در چنین حالاتی ممکن است نمودار نمایش دهنده این پدیده ها با هم برخورد داشته باشند. در فعالیت زیر با معنا و مفهوم نقاط برخورد نمودار رابطه ها آشنا خواهیم شد.

فعالیت ۳



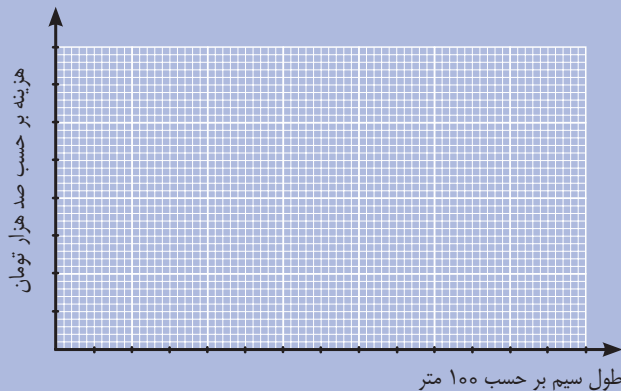
هزینه ثابت ماهیانه یک کارگاه تولید سیم برق، ۱۷۰,۰۰۰ تومان است. هزینه تهیه مواد اولیه برای هر متر سیم ۶۰ تومان و قیمت فروش هر متر سیم ۴۰۰ تومان است.

(۱) با توجه به این اطلاعات، جدول را کامل کنید.

طول سیم های فروخته شده (متر)	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
هزینه تولید (تومان)	...	...	...	...	...	...	...
درآمد حاصل از فروش (تومان)	...	...	...	...	...	...	...

(۲) اگر  $x$  طول سیم های فروخته شده،  $C$  هزینه تولید و  $R$  درآمد حاصل از فروش سیم در یک ماه باشد، رابطه بین طول سیم های فروخته شده و هزینه و همچنین، رابطه بین طول سیم های فروخته شده و درآمد حاصل از فروش را بنویسید.

(۳) در دستگاه مختصات زیر، اگر محور افقی، طول سیم های فروخته شده بر حسب متر و محور عمودی هزینه تولید (برای رسم نمودار هزینه) و درآمد حاصل از فروش (برای رسم نمودار درآمد) بر حسب تومان در یک ماه در نظر گرفته شود، رابطه های بالا را در این دستگاه مختصات رسم کنید (هر واحد محور افقی را ۱۰۰ متر و هر واحد محور عمودی را ۱۰۰ هزار تومان در نظر بگیرید).



۴) مختصات نقطه برخورد دو خط را بیابید.

۵) نقطه برخورد این دو خط چه چیزی را نشان می‌دهد؟

۶) اگر مختصات نقطه‌ای در هر دو معادله صدق<sup>۱</sup> کند، این نقطه در کجا قرار دارد؟

محل برخورد دو خط، نقطه‌ای است که اگر مختصات آن را در معادله‌های هر دو خط قرار دهیم، تساوی برقرار می‌شود. برعکس، اگر مختصات نقطه‌ای در هر دو معادله صدق کند، این نقطه همان محل برخورد دو خط است.

کاردکلاس ۴



یک کارگاه تولید میز تحریر در هر ماه برای پرداخت مخارج دستگاه‌هایش، سیصد و بیست هزار تومان هزینه می‌کند. هزینه مواد اولیه برای هر میز ۲۰,۰۰۰ تومان و قیمت فروش هر میز ۳۰,۰۰۰ تومان است.

۱) جدول زیر را کامل کنید.

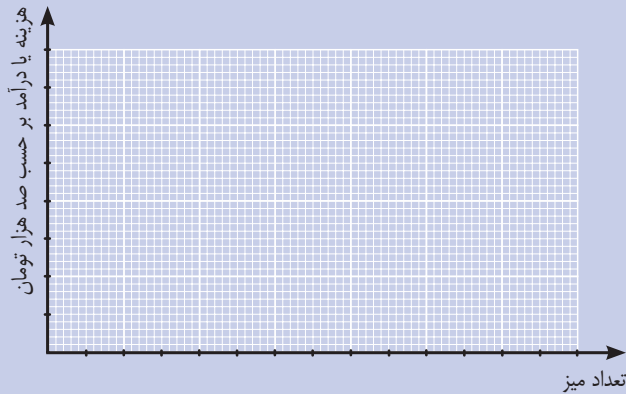
تعداد میزهای تولید شده در یک ماه	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
هزینه تولید (بر حسب هزار تومان)	...	...	...	...	...
درآمد حاصل از فروش (بر حسب هزار تومان)	...	...	...	...	...

۱- اگر با جایگذاری مختصات یک نقطه در یک معادله، تساوی برقرار شود، گوییم که مختصات نقطه در معادله صدق می‌کند.

۲) اگر در یک ماه، تعداد میزهای تولید شده  $x$ ، هزینه تولید  $C$  و درآمد حاصل از فروش  $R$  در نظر گرفته شود، رابطه بین تعداد میزها و هزینه تولید و همچنین رابطه بین تعداد میزها و درآمد حاصل از فروش در یک ماه را بنویسید.

.....

۳) در دستگاه مختصات زیر اگر محور افقی، تعداد میزهای تولید شده و محور عمودی، هزینه تولید (برای رسم نمودار هزینه) و درآمد حاصل از فروش (برای رسم نمودار درآمد) بر حسب صد هزار تومان در یک ماه را نشان دهد، رابطه های بالا را در این دستگاه مختصات رسم کنید<sup>۱</sup>.



۴) مختصات نقطه برخورد دو خط بالا را به صورت تقریبی بیابید.

.....

۵) نقطه تقاطع دو خط چه چیزی را نشان می دهد؟

.....

۱- اگر چه تعداد میزها، عدد حسابی و نمودار واقعی گسسته است، برای داشتن تصویر بهتری از روابط، مناسب است نمودار را یک خط فرض کنیم.

### ۳-۳- روش‌های حل معادله‌های درجه دوم

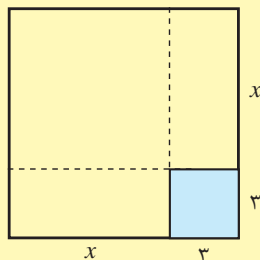
در فعالیت‌های قبل با توصیف پدیده‌ها به کمک معادله آشنا شدیم. اما برای رسیدن به جواب‌های مسئله‌هایمان، باید جواب‌های آن معادله‌ها را به دست آوریم. برای حل معادله‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد. در فعالیت ۴، با روش هندسی حل معادله‌های درجه دوم آشنا خواهیم شد.



خوارزمی برای حل معادله‌های درجه دوم، شش حالت خاص را بررسی کرده است. از میان این حالت‌ها فقط یکی از آنها را توضیح خواهیم داد.

در این حالت، جمله ثابت  $C$  در  $ax^2+bx+c$  باید منفی باشد. برای مثال، معادله  $x^2+6x-40=0$  را در نظر بگیرید. در روش خوارزمی، جمله‌هایی را که مجهول دارند،

در یک طرف تساوی نگه می‌داریم؛ عدد ثابت را به طرف دیگر می‌بریم و معادله را به صورت  $x^2+6x=40$  می‌نویسیم. نصف ضریب  $x$  را حساب می‌کنیم که در این مثال، برابر ۳ است. با این محاسبات می‌توانیم، مساحت مربعی با ضلع  $x+3$  را حساب کنیم.



در شکل بالا، مساحت مربع رنگی  $3 \times 3$  می‌شود. مساحت قسمت باقیمانده یعنی  $x^2+6x$  برابر ۴۰ است پس، مساحت مربع بزرگ  $40+9=49$  است و طول ضلع مربع بزرگ برابر  $\sqrt{49}=7$  خواهد بود. پس  $x+3=7$  و در نتیجه  $x=4$ . همه معادله‌های درجه دوم را نمی‌توان با این روش حل کرد. همچنین با این تعبیر هندسی، فقط یکی از جواب‌های معادله‌های درجه دوم به دست می‌آید.

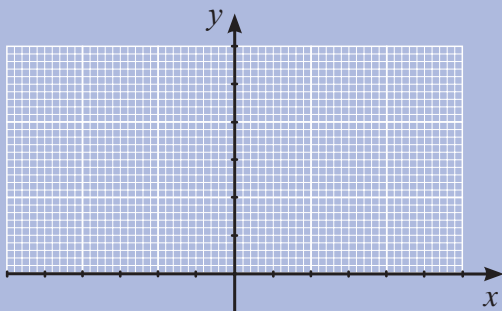
خواندنی





۱) دو رابطه  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = 2x + 3$  را در نظر بگیرید و جدول زیر را کامل کنید.

$x$	-۲	-۱	۰	۱	۲	۳
$x^2$	...	...	...	...	...	...
$2x + 3$	...	...	...	...	...	...



۲) با استفاده از جدول بالا، نمودار

معادله های  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = 2x + 3$  را

در دستگاه مختصات روبه رو رسم کنید.

۳) مختصات نقطه برخورد این دو نمودار را بیابید.

۴) آیا مختصات نقاط برخورد خط و منحنی در هر دو معادله صدق می کنند؟

۵) آیا طول های نقاط برخورد منحنی  $y_1$  و خط  $y_2$  در معادله  $x^2 = 2x + 3$  صدق می کنند؟

فعالیت بالا نشان می دهد که طول های نقاط برخورد دو نمودار رابطه های  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = 2x + 3$  جواب هایی برای معادله  $x^2 = 2x + 3$  هستند. برعکس، هر جوابی از این معادله، یک نقطه برخورد نمودارهای  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = 2x + 3$  را نشان می دهد. معادله  $x^2 = 2x + 3$  را می توان به صورت معادله درجه دوم  $x^2 - 2x - 3 = 0$  نوشت. ملاحظه می شود برای یافتن جواب های یک معادله درجه دوم می توان از این شیوه کمک گرفت.

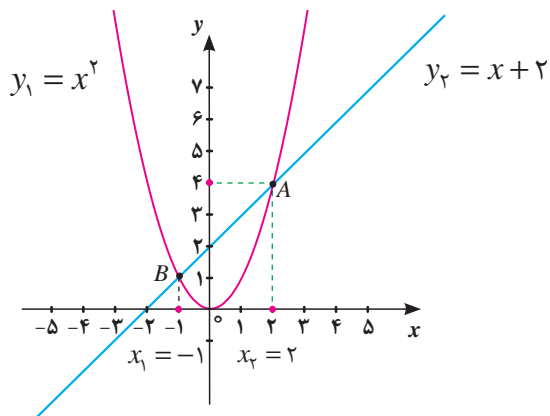
برای مثال، معادله  $x^2 - 2x - 3 = 0$  را در نظر بگیرید. این معادله را به صورت  $x^2 = 2x + 3$  می‌نویسیم. می‌توان گفت جواب‌های این معادله، مقدارهایی از  $x$  هستند که به ازای آنها، مقدارهای  $x^2$  و  $2x + 3$  با هم برابر می‌شوند. با رسم نمودارهای  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = 2x + 3$  و مشخص کردن نقطه برخورد این دو نمودار و تعیین طول نقاط برخورد می‌توان جواب‌های معادله  $x^2 - 2x - 3 = 0$  را به دست آورد. به کمک این روش، هر معادله درجه دوم دیگری را نیز می‌توانیم حل کنیم. این روش را **روش هندسی** حل معادله‌های درجه دوم می‌گویند.

### مثال ۳

معادله درجه دوم  $x^2 - x - 2 = 0$  را با روش هندسی حل کنید.

ابتدا آن را به صورت  $x^2 = x + 2$  می‌نویسیم و نمودارهای معادله‌های  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = x + 2$  را رسم می‌کنیم. این دو نمودار در نقاط  $A$  و  $B$  با یکدیگر برخورد می‌کنند. به ازای طول نقطه  $A$  و طول نقطه  $B$ ، مقدارهای  $x^2$  و  $x + 2$  مساوی شده‌اند. این مقدارها، دو جواب معادله  $x^2 - x - 2 = 0$  می‌باشند. یعنی  $x = 2$  و  $x = -1$ .

$x$	-3	-2	-1	0	1	2	3
$x^2$	9	4	1	0	1	4	9
$x+2$	-1	0	1	2	3	4	5

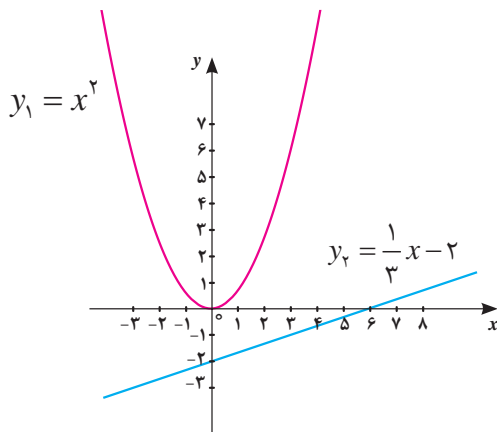




### مثال ۴

معادله درجه دوم  $3x^2 - x + 6 = 0$  را با روش هندسی حل کنید.

ابتدا آن را به صورت  $x^2 = \frac{1}{3}x - 2$  می نویسیم و نمودارهای معادله های  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = \frac{1}{3}x - 2$  را رسم می کنیم. دیده می شود که این نمودارها با یکدیگر برخورد نمی کنند. پس، نقطه مشترکی ندارند و به ازای هیچ مقداری از  $x$  دو مقدار  $x^2$  و  $\frac{1}{3}x - 2$  مساوی نمی شوند. پس معادله  $x^2 = \frac{1}{3}x - 2$  جواب ندارد.

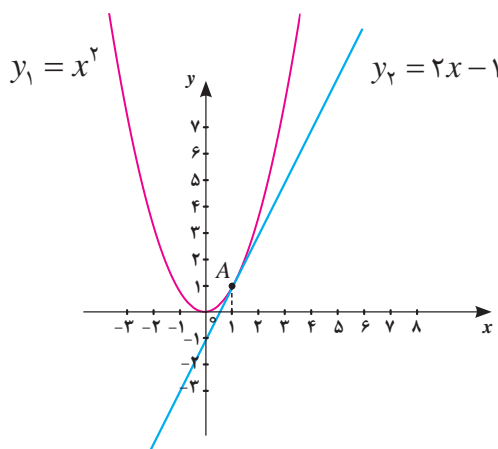


$x$	-3	-2	-1	0	1	2	3
$x^2$	9	4	1	0	1	4	9
$\frac{1}{3}x - 2$	-3	$-\frac{8}{3}$	$-\frac{7}{3}$	-2	$-\frac{5}{3}$	$-\frac{4}{3}$	-1

### مثال ۵

معادله درجه دوم  $x^2 - 2x + 1 = 0$  را با روش هندسی حل کنید.

ابتدا آن را به صورت  $x^2 = 2x - 1$  می نویسیم و نمودارهای معادله های  $y_1 = x^2$  و  $y_2 = 2x - 1$  را رسم می کنیم. دیده می شود که این نمودارها بر هم مماس هستند. با توجه به امکان وجود خطای دید، حدس می زنیم معادله فقط یک جواب دارد و برای بررسی درستی حدس خود، از جدول کمک می گیریم. در این حالت  $x = 1$  جواب معادله است.



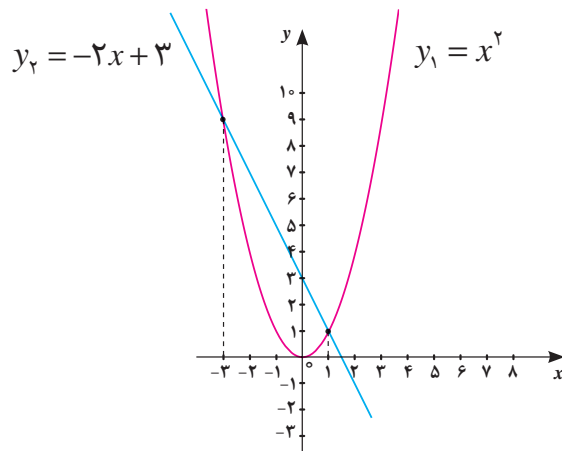
$x$	-2	-1	0	1	2
$x^2$	4	1	0	1	4
$2x - 1$	-5	-3	-1	1	3

همان طور که در مثال‌ها دیدید، برخی از معادله‌های درجهٔ دوم، دارای یک جواب (یک نقطهٔ مشترک بین خط و منحنی)، برخی دیگر دارای ۲ جواب (دو نقطهٔ مشترک بین خط و منحنی) و برخی هم بدون جواب (بدون نقطهٔ مشترک بین خط و منحنی) هستند.

## مثال ۶

با روش هندسی نشان دهید عدد  $-۳$  یک جواب معادلهٔ  $x^2 + 2x - 3 = 0$  است. سپس جواب دیگر معادله را پیدا کنید.

نمودارهای منحنی  $y_1 = x^2$  و خط  $y_2 = -2x + 3$  را رسم می‌کنیم.



این دو نمودار در نقطه‌ای به طول  $۳$  - همدیگر را قطع می‌کنند. بنابراین  $-۳$  یک جواب معادله است. با دقت در نمودار مشاهده می‌شود که این دو نمودار یکدیگر را در نقطه‌ای به طول  $۱$  نیز قطع کرده‌اند. بنابراین،  $x = 1$  جواب دیگر معادله است.

کاردرکلاس ۵



معادله‌های زیر را با روش هندسی حل کنید (برای سهولت در رسم، از نرم‌افزار جئوجبرا کمک بگیرید).

الف)  $x^2 + 2x + 1 = 0$

ب)  $x^2 - 1 = 0$

پ)  $2x^2 + x + 1 = 0$



۱) معادله‌های زیر را با روش هندسی حل کنید و جواب‌های آنها را به طور تقریبی به دست آورید.

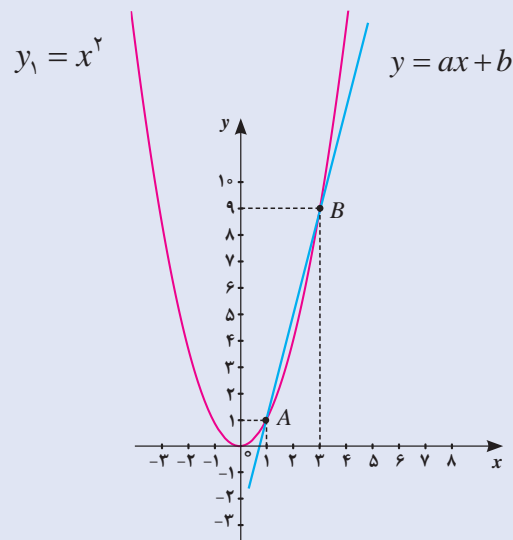
الف)  $2x^2 - 3x = 5$

ب)  $4x^2 + 8x = 0$

پ)  $x^2 + x = 1$

ت)  $x^2 + 4x = -4$

۲) در شکل زیر، خط به معادله  $y = ax + b$  را در نظر بگیرید. مقادیر  $a$  و  $b$  را با توجه به شکل مشخص کنید. سپس معادله درجه دومی بنویسید که جواب‌های آن ۱ و ۳ باشد (راهنمایی: یک دستگاه دو معادله با دو مجهول بر حسب  $a$  و  $b$  تشکیل دهید، یا ابتدا شیب این خط را بیابید).



## روش جبری حل معادله‌های درجهٔ دوم

با توجه به وجود خطای رسم و اندازه‌گیری در روش هندسی، همواره نمی‌توان به جواب دقیق رسید. با انجام فعالیت ۵ با روش دیگری آشنا می‌شوید که با استفاده از آن، جواب‌های معادلهٔ درجهٔ دوم به‌طور دقیق محاسبه می‌شود.

فعالیت ۵



معادلهٔ  $x^2 + 6x - 7 = 0$  را در نظر بگیرید.

(۱) جمله‌هایی را که مجهول دارند، در یک طرف تساوی نگه دارید و جملهٔ ثابت را به طرف دیگر ببرید.

(۲) نصف ضریب  $x$  در معادلهٔ بالا را به دست آورید و آن را به توان ۲ برسانید.

(۳) عدد به دست آمده از مرحلهٔ (۲) را به دو طرف معادلهٔ مرحلهٔ (۱) اضافه کنید.

(۴) طرف اول تساوی را به کمک اتحاد مربع دو جمله‌ای، به صورت مجذور یک عبارت بنویسید.

(یادآوری: اتحاد مربع دو جمله‌ای به صورت  $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  است.)

(۵) از دو طرف تساوی جذر بگیرید و دو جواب برای  $x$  به دست آورید.

روشی را که در بالا برای حل معادلهٔ درجهٔ دوم به کار بردیم، برای هر معادلهٔ درجهٔ دوم دیگری هم می‌توان به کار برد.



معادله  $x^2 - 3x + 2 = 0$  را مانند فعالیت ۵ حل کنید.

از روش فعالیت ۵ برای حل یک معادله درجه دوم دلخواه استفاده می کنیم تا تشخیص دهیم در چه شرایطی یک معادله درجه دوم جواب دارد. در صورت وجود جواب، فرمولی هم برای جواب های معادله درجه دوم پیدا می کنیم.



معادله درجه دوم دلخواه  $ax^2 + bx + c = 0$  (با  $a \neq 0$ ) را در نظر بگیرید

(۱) طرفین معادله بالا را بر  $a$  تقسیم کنید و معادله درجه دومی بنویسید که ضریب  $x^2$  در آن برابر ۱ باشد.

(۲) جمله های دارای  $x$  را در یک طرف تساوی نگه دارید و جمله ثابت (جمله فاقد  $x$ ) را به طرف دیگر ببرید.

(۳) در معادله بالا، نصف ضریب  $x$  را به دست آورید و آن را به توان ۲ برسانید.

(۴) عدد به دست آمده از مرحله (۳) را به دو طرف معادله مرحله (۲) اضافه کنید.

(۵) به کمک تساوی های بالا، جاهای خالی را پر کنید:

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 = \frac{\dots - 4ac}{\dots}$$

(۶) تساوی بالا در چه شرایطی امکان پذیر است؟ معادله درجه دوم  $ax^2 + bx + c = 0$  در چه شرایطی جواب دارد؟

(۷) نشان دهید در صورت مثبت بودن  $b^2 - 4ac$  جواب های معادله  $ax^2 + bx + c = 0$  برابر جواب های دو معادله زیر است.

$$x + \frac{b}{2a} = -\frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad , \quad x + \frac{b}{2a} = \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

با انجام فعالیت صفحه قبل نتیجه می‌گیریم که در صورت مثبت بودن  $b^2 - 4ac$ ، که معادله درجه دوم دارای جواب‌های زیر است:

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

فرمول‌های بالا را **فرمول‌های محاسبه جواب معادله درجه دوم** می‌گویند. در هر معادله درجه دوم به صورت  $ax^2 + bx + c = 0$ ، عبارت  $b^2 - 4ac$  را با  $\Delta$  (بخوانید دلتا) نشان می‌دهند. شرط وجود جواب برای یک معادله درجه دوم این است که  $\Delta \geq 0$ .

اگر  $\Delta > 0$ ، معادله دو جواب دارد که عبارت‌اند از:  $x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$ ،  $x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$

اگر  $\Delta = 0$ ، معادله فقط دارای جواب  $x = -\frac{b}{2a}$  است؛ زیرا از فرمول‌های محاسبه جواب معادله، نتیجه می‌شود:  $x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$ .

اگر  $\Delta < 0$ ، معادله جواب ندارد. چرا؟

## مثال ۷

جواب‌های معادله  $x^2 - 3x + 1 = 0$  را در صورت وجود پیدا کنید.

در این معادله  $a=1$  و  $b=-3$  و  $c=1$ . بنابراین  $\Delta = (-3)^2 - (4)(1)(1) = 5$ .

چون  $\Delta = 5 > 0$ ، این معادله دارای دو جواب زیر است:

$$x_1 = \frac{3 + \sqrt{5}}{2}, \quad x_2 = \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$$

جواب‌های معادله‌های زیر را در صورت وجود پیدا کنید.

پ)  $x^2 - 3x = 0$

ب)  $x^2 - 6 = 0$

الف)  $5x^2 + 2x + 1 = 0$

کارد در کلاس ۷





(۱) جواب‌های معادله‌های زیر را در صورت وجود پیدا کنید.

الف)  $2x^2 + 5x = 0$

ب)  $3x^2 + 13x + 3 = 0$

پ)  $\sqrt{2}x(x + \sqrt{5}) = \sqrt{8}$

ت)  $x^2 + x + 2 = 0$

ث)  $(2x - 1)^2 = 5$

ج)  $(x + 2)^2 = -4$

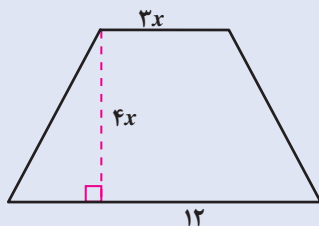
(۲) اگر یکی از جواب‌های معادله  $5x^2 + 13x + c = 0$  برابر  $(-3)$  باشد، جواب دیگر این معادله را بیابید.

.....

(۳) اگر طول مستطیلی سه برابر عرض آن باشد و مساحت آن  $300$  مترمربع باشد، طول و عرض این مستطیل چقدر است؟ این مسئله چند جواب دارد؟

.....

(۴) مساحت ذوزنقه متساوی‌الساقین زیر،  $108$  سانتی‌متر مربع است. مقدار  $x$  را پیدا کنید.



.....

.....

(۵) حاصل ضرب دو عدد صحیح متوالی،  $132$  می‌باشد. این دو عدد را پیدا کنید.

.....

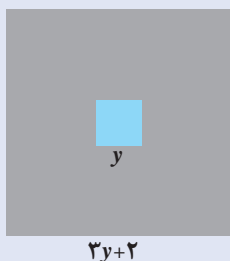
۶) عددی طبیعی بیابید که دو برابر آن به اضافه ۳۵، با توان دوم آن عدد مساوی باشد.

.....

۷) نشان دهید  $-1 + \sqrt{2}$  یک جواب معادله  $x^2 + 2x - 1 = 0$  است.

.....

۸) مساحت ناحیه خاکستری ۴۰ سانتی متر مربع است. اندازه هر ضلع مربعها را به دست آورید.



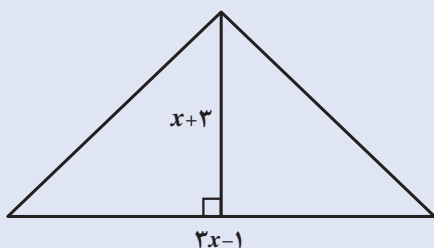
.....

.....

۹) معمای زیر در کتاب «الجبر و المقابله» خوارزمی آمده است (گرفته شده از کتاب خوارزمی بنیان گذار جبر، کارونا برزینا).

”مقداری است که اگر یک سوم آن و یک درهم را در یک چهارم آن و یک درهم ضرب کنم، حاصل آن بیست می شود.“

این مقدار را پیدا کنید.



۱۰) مساحت مثلث روبه رو ۲۴ سانتی متر مربع است.

الف) مقدار  $x$  را پیدا کنید.

ب) اندازه قاعده و ارتفاع مثلث چقدر است؟

.....