

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# ریاضیات



## سال اول دبیرستان



وزارت آموزش پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب های درسی ابتدایی و متوسطه نظری

نام کتاب : ریاضیات (۱) سال اول دبیرستان - ۲۱۱/۱

اعضای شورای برنامه ریزی ریاضی به ترتیب حروف الفبا : بهمن اصلاح پذیر، دکتر علی ایرانمنش، دکتر ناصر بروجردیان، شهرناز بخشعلی زاده، محسن جمالی،

زین العابدین دهقانی ایبانه، دکتر اسدالله رضوی، حمیدرضا ربیعی، مینو رحیمی، حسین رودسری،

محمد هاشم رستمی، دکتر ابراهیم ریحانی، وحید سیاری، دکتر احمد شاهورانی، دکتر وحید عالمیان،

مازیار عطاری، سعید قریشی، دکتر حمید مسگرانی و دکتر سید محمد کاظم نائینی

مؤلفان به ترتیب حروف الفبا : شهرناز بخشعلی زاده، دکتر ناصر بروجردیان، زین العابدین دهقانی ایبانه، دکتر فرزاد دیده ور، محمد تقی طاهری تنجانی،

دکتر وحید عالمیان و دکتر حمید مسگرانی

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبسایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

مدیر امور فنی و چاپ : سید احمد حسینی

مدیر هنری : فریبرز سیامک نژاد

رسام : محمد امین شهیدی ، امیر حسین سیامک نژاد، پیمان حبیب پور و هدیه بندار

طراح جلد : طاهره حسن زاده

صفحه آرا : مریم نصرتی

حروفچین : کبری اجابتی

مصحح : رعنا فرج زاده دروئی ، سیف الله بیک محمد دلپوند

امور آماده سازی خبر : زینت بهشتی شیرازی

امور فنی رایانه ای : حمید ثابت کلاچاهی، پیمان حبیب پور

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)

تلفن : ۵- ۴۴۹۸۵۱۶۱ ، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

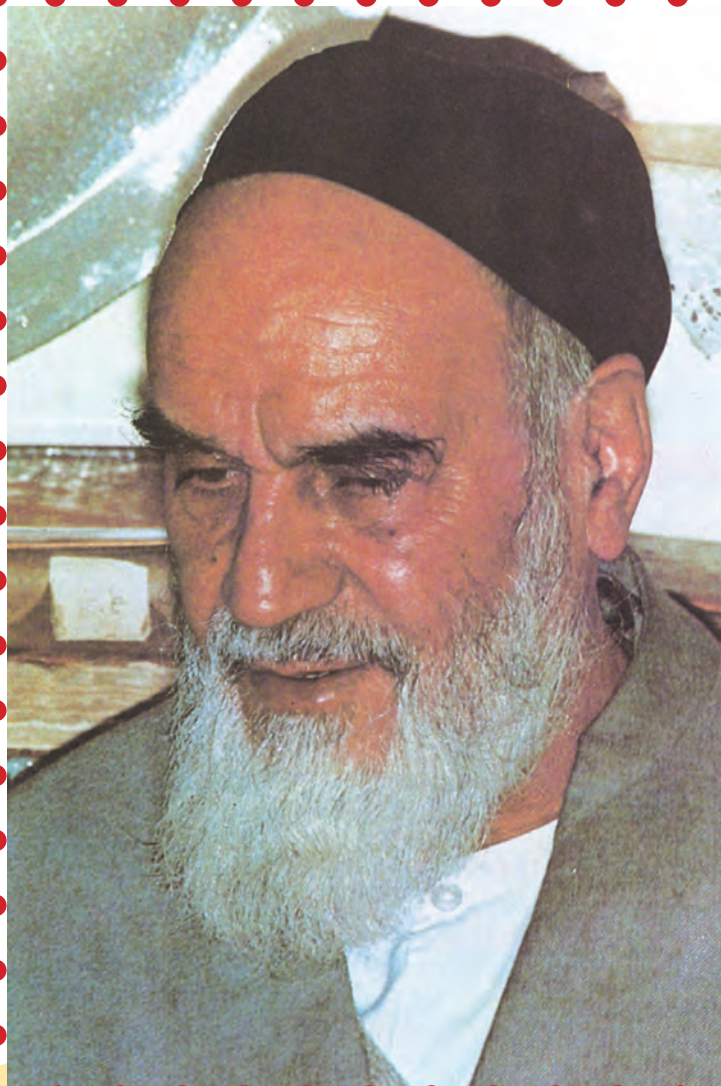
چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ ششم ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۹۶۴-۵-۱۵۸۲-۵ ISBN 964-05-1582-5

۱۳۹۲



اول باید اخلاصتان را قوی بکنید، ایمانتان را قوی بکنید، ... و این  
اخلاص و ایمان، شما را تقویت می کند و روحیۀ شما را بالا می برد و نیروی  
شما جوری می شود که هیچ قدرتی نمی تواند (با شما) مقابله کند.

امام خمینی (ره)

## اعداد و نمادها

۱

۲	اعداد طبیعی
۵	اندازه‌گیری با اعداد طبیعی
۶	اعداد صحیح
۸	اعداد گویا
۱۱	نمایش اعشاری و اعداد اعشاری
۱۵	اعداد حقیقی
۱۸	تقریب‌های اعشاری اعداد حقیقی
۲۱	نمادها و زبان ریاضی

## مجموعه‌ها

۲۹

۳۰	مسئله گروه‌های دانش‌آموزی
۳۲	مجموعه‌ها
۳۳	تساوی مجموعه‌ها
۳۵	زیرمجموعه
۳۸	اجتماع مجموعه‌ها
۳۹	اشتراک مجموعه‌ها
۴۱	تفاضل مجموعه‌ها
۴۵	مجموعه‌های متناهی و نامتناهی
۴۶	مشخص کردن مجموعه‌ها

## توان‌رسانی و ریشه‌گیری

۴۹

۵۰	توان‌رسانی و قواعد آن
۵۶	توان صفر و توان منفی
۶۰	نماد علمی
۶۳	ریشه‌گیری

● ضرب و تقسیم رادیکال‌ها ۶۵

● جمع و تفریق رادیکال‌ها ۶۸

## چندجمله‌ای‌ها و اتحادها

۷۳

تفریق و قرینه اعداد ۷۴

تقسیم و معکوس اعداد ۷۶

عبارت‌های جبری ۷۸

● یک جمله‌ای‌ها ۷۹

● جمع و تفریق یک جمله‌ای‌ها ۸۰

● ضرب یک جمله‌ای‌ها ۸۲

● چندجمله‌ای‌ها ۸۴

● جمع و ضرب چندجمله‌ای‌ها ۸۴

اتحادها و تجزیه ۸۷

## معادلات درجه اول و معادله خط

۹۷

معادله ۹۸

دستگاه مختصات ۱۰۴

رابطه خطی ۱۰۹

حل یک مسئله ۱۱۴

شیب ۱۱۷

شیب خط ۱۲۰

معادله خط ۱۲۶

خط‌های عمود برهم ۱۳۰

دستگاه معادلات خطی دو مجهولی ۱۳۲

## نسبت‌های مثلثاتی

۱۳۹

طرح یک مسئله ۱۴۰

تاثرات زاویه ۱۴۱

سینوس زاویه ۱۴۵

کسینوس زاویه ۱۴۸

۱۵۱

شیب خط و تانژانت

۱۵۲

روابط بین نسبت های مثلثاتی

## عبارت های گویا

۱۵۷

۱۵۸

حل یک مسئله

۱۶۱

عبارت های گویا

۱۶۳

اعمال جبری روی عبارت های گویا

۱۶۵

ساده کردن عبارت های گویا

۱۶۷

تقسیم چند جمله ای ها

۱۶۷

قاعده تقسیم دو چند جمله ای بر هم

۱۷۲

عبارت های رادیکالی

## معادلات درجه دوم و حل آن ها

۱۷۵

۱۷۶

معادلات درجه دوم

۱۷۸

روش های حل معادلات درجه دوم

۱۷۸

روش آزمون و خطا

۱۷۹

روش هندسی

۱۸۲

روش تجزیه

۱۸۳

روش خوارزمی

۱۸۴

روش مربع کامل

۱۸۵

فرمول کلی جواب های معادلات درجه دوم

## نامعادلات درجه اول

۱۸۹

۱۹۰

نامساوی

۱۹۱

نامساوی کوچکتر یا مساوی

۱۹۲

نامعادلات

۱۹۴

روش های حل نامعادلات

۱۹۷

حل یک مسئله

۲۰۸

مراجع

## سخنی با دانش آموزان

به اعتقاد ریاضی دانان، ریاضی علمی شیرین است. امیدواریم کتاب حاضر بتواند شیرینی ریاضی را برای شما به وجود آورد. یکی از اهداف این کتاب آن است که شما بتوانید ریاضی را به شکلی معنادار درک کنید و توانایی به کارگیری آن را در حل مسائل روزمره پیدا کنید. برای استفاده بهتر از این کتاب خوب است که به نکات زیر توجه کنید:

۱- شما با دیدن شنای شناگران، نمی توانید شنا یاد بگیرید. برای شناگر شدن باید وارد آب شوید و خودتان مستقیماً عمل کنید. برای یادگیری ریاضی نیز صرفاً خواندن و شنیدن مطالب ریاضی کافی نیست. شما باید با مفاهیم ریاضی کار عملی و ذهنی انجام دهید.

کتاب حاضر به گونه ای طراحی شده است که شما را درگیر انجام فعالیت و حل مسئله و انجام تمریناتی در کلاس می کند. سعی کنید تمامی این عملیات را انجام دهید و مطمئن باشید خواهید توانست مفاهیم را به خوبی یاد بگیرید و نهایتاً مسائل پایانی هر بخش را حل کنید.

۲- هر کسی می تواند ریاضی را یاد بگیرد. توانایی یادگیری ریاضی ارتباط مستقیم با توانایی خوب و صحیح سخن گفتن دارد. به همین خاطر در قسمت هایی از کتاب، از شما خواسته شده است مطالب ریاضی را به زبان فارسی بیان کنید یا دلیل درستی اعمال ریاضی خودتان را توضیح دهید.

سخن گفتن در مورد مطالب ریاضی و بحث روی مفاهیم و راه حل ها یکی از روش های خوب برای یادگیری ریاضی است. بسیار مناسب است که در مورد افکار خود درباره ریاضی و کارهایی که به نظرتان می رسد با دیگران و معلم خود مباحثه کنید. با این عمل درک عمیق تری نسبت به مفاهیم ریاضی پیدا خواهید کرد. در این کتاب قسمت هایی تحت عنوان «پیشنیشیم» وجود دارد که می تواند موضوعات مناسبی برای بحث باشند.

۳- ریاضی صرفاً علمی برای محاسبات روی اعداد نیست. ریاضی زبان علم است و کار اصلی آن بیان پدیده های واقعی محیط اطراف خود ما است. شما باید بتوانید مفاهیم ریاضی را در محیط اطراف خود ببینید و پدیده های ساده را به زبان ریاضی بیان کنید. این عمل مسائل مطرح شده در محیط واقعی را به مسئله ای ریاضی تبدیل می کند. پس از حل مسئله در ریاضی باید به محیط واقعی برگردید و جواب های به دست آمده را به درستی تفسیر کنید. در هر جای کتاب که امکان پذیر بوده است، چنین روندی از حل یک مسئله واقعی انجام شده است و شما با حل این مسائل خواهید دید که چگونه می توانید آموخته های ریاضی خود را به کار ببرد و مسائل مهمی را حل کنید.

در خاتمه لازم است از همه کسانی که در تألیف این کتاب همکاری کرده اند، تشکر نماییم. به ویژه از دبیران مجرب منتخب مناطق شهر تهران و نمایندگان گروه های آموزشی ریاضی استان ها که در اصلاح کتاب کمک های شایان توجهی نموده اند.

## سخنی با دبیران محترم

در نظام آموزشی فعلی، سال اول دبیرستان طیف وسیعی از دانش آموزان را دربر می گیرد. این دانش آموزان در سال های بعد با توجه به توانایی و علاقه خود انتخاب رشته می کنند و ادامه تحصیل خواهند داد؛ بنابراین، این پایه به نوعی عمومی محسوب می شود و برنامه ریزی و تألیف کتاب های این دوره نیز متناسب با مخاطبان آن می باشد.

کتاب ریاضیات ۱ با توجه به مشکلات آموزشی دانش آموزان این پایه و با توجه به نظرهای رسیده از دبیران محترم و استانداردهای آموزشی (فراپندی و موضوعی) تألیف شده است. موضوعات و مطالب درسی، ضمن توجه به رشد شناختی دانش آموزان براساس محتوای برنامه درسی و ریاضیات مورد نیاز برای دروس دیگر در پایه های بالاتر تعیین می شوند. سازماندهی محتوای این کتاب به گونه ای است که دانش آموزان با انجام فعالیت ها در ساخت مفهوم در ذهن خود نقش فعالی خواهند داشت و با انجام تمرین در کلاس ها مفاهیم تثبیت، تعمیق و توسعه خواهند یافت.

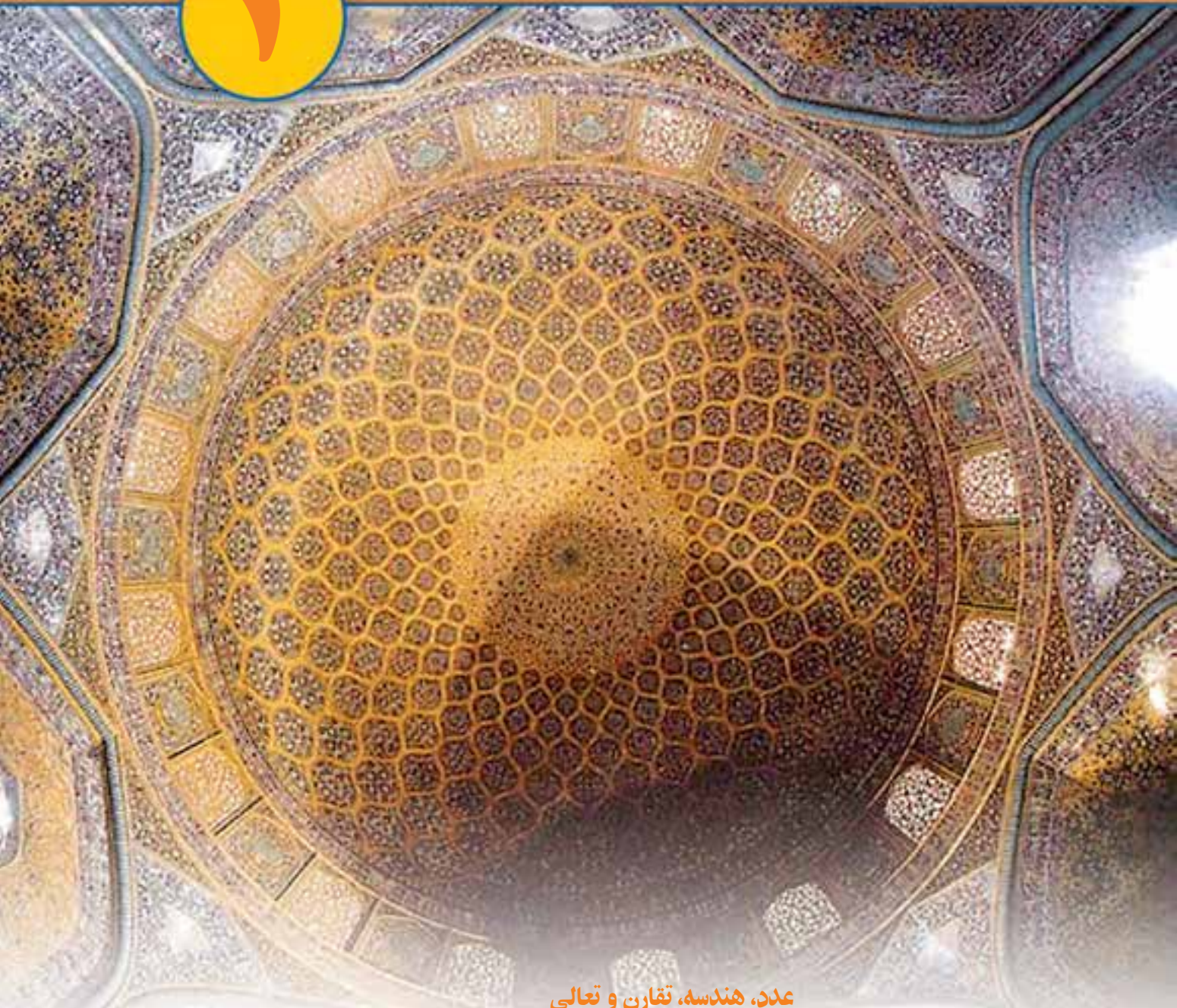
راهنمای معلم کتاب ریاضیات ۱ با در نظر گرفتن مخاطبان، اهداف آموزشی، نحوه ارزشیابی و... و با توجه به طیف مخاطبان، سؤالات مناسب را برای استفاده دبیران ارائه نموده است، لذا توصیه می شود در طراحی سؤالات امتحان، سطح دشواری سؤالات با توجه به کتاب راهنمای معلم تعیین گردد و از طراحی سؤالات خارج از اهداف و سطوح مطرح شده در کتاب راهنمای معلم اکیداً خودداری شود. تحمیل هر نوع جزوه کمکی به دانش آموزان (در قالب تست، مسائل اضافه، توضیحات بیشتر و...) خارج از موارد عنوان شده در کتاب راهنمای معلم موجب انحراف از مسیر آموزشی کتاب و ایجاد فاصله از اهداف آن خواهد شد.

در سال تحصیلی ۹۱-۹۰ نقطه نظرات معلمان راجع به کتاب ریاضی ۱ از طرف گروه های آموزشی استان ها و دبیرخانه راهبری کشوری ریاضی به دفتر تألیف کتاب های درسی ارسال شده است. ضمن تشکر از همه این عزیزان، شورای برنامه ریزی ریاضی و مؤلفان کتاب درسی ریاضی ۱ اقدام به اصلاح کتاب ریاضی ۱ کرده اند؛ به گونه ای که ساختار افقی و عمودی برنامه درسی ریاضی آسیب نبیند، لذا قسمت هایی که با ترام آبی مشخص شده است، جزء برنامه اجباری نمی باشد اما به دلیل ویژگی های خاص این قسمت ها (تقویت مهارت محاسبه، معنی بخشی به نمادها و...) و جایگاه آن ها در ساختار مفهومی کتاب مطالعه آن توسط دانش آموزان توصیه می شود. به علاوه در صورت داشتن وقت کافی، تدریس آن توسط معلمان نیز توصیه می شود.

برخی از تمرین ها و مسائل به انتهای کتاب منتقل شده اند. با توجه به اینکه مشابه این تمرین ها در هر قسمت داخل کتاب عنوان شده است، در صورتی که زمان کافی در اختیار نیست، می توان از طرح آنها در کلاس صرف نظر کرد اما دانش آموزان جهت ایجاد مهارت کافی سعی در حل آن داشته باشند.



# اعداد و نمادها



## عدد، هندسه، تقارن و تعالی

ریاضیات و کاربردهای آن بر دو پایه اساسی اعداد و هندسه و ارتباط بین این دو استوار است. علاوه بر استفاده‌های بی‌شمار اعداد و هندسه در علوم تجربی و علوم نظری، این مفاهیم در معماری و هنر نیز به کار می‌آیند. جایی که عظمت و ظرافت در هم می‌آمیزند و ما را به تعالی می‌رسانند.

## اعداد طبیعی

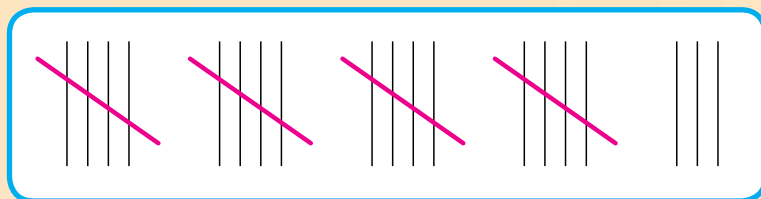
عدد یکی از مفاهیم اساسی ریاضی است. تعداد افراد، میزان سود و زیان، حجم اشیاء، وزن اجسام، مساحت زمین، طول قد، درجه حرارت و بسیاری چیزهای دیگر همگی با اعداد نشان داده می‌شوند. شناخت بشر از اعداد و نمایش آن‌ها، از ابتدا به گونه‌ای که امروز می‌بینیم نبوده است.

### خواندنی‌ها

شمارش یکی از اولین نیازهای بشر بوده است. برخی از انسان‌های قبایل بدوی فقط اعداد ۱ و ۲ و ۳ را می‌شناختند و اعداد بزرگ‌تر از ۳ را «خیلی» می‌گفتند.

با گذشت زمان، شناخت بشر از اعداد بیشتر شد و او راه‌هایی برای نمایش اعداد بزرگ‌تر کشف کرد. به نظر شما، اگر فردی تعداد زیادی گوسفند می‌داشت، چگونه می‌توانست تعداد آن‌ها را به دست آورد و آن را در جایی ثبت کند؟ یک فرد چگونه می‌توانست تعداد روزهایی که در محلی حضور داشته است را ثبت کند؟

می‌توان گفت، احتمالاً او تعداد گوسفندان خود را با تعداد سنگ‌ریزه‌هایی که در تناظر با گوسفندان بودند نگهداری می‌کرد، به این شکل که با هر بار ورود یک گوسفند به آغل یا خروج یک گوسفند از آغل، یک سنگ‌ریزه را از یک کیسه به کیسه دیگر وارد می‌کرد. در مورد تعداد روزها هم از روش شیار کشیدن روی یک سنگ یا چوب استفاده می‌کرد. این روش امروزه نیز برای نمایش تعداد اشیاء به کار می‌رود.



شیارهای بالا عدد ۲۳ را نشان می‌دهند.

در حساب کردن، مسئله فقط ثبت و نمایش اعداد نبود، بلکه مسائل پیچیده‌تری مانند جمع و ضرب اعداد، در محاسبه محیط و مساحت زمین‌ها مطرح شد. جدول صفحه بعد نمونه‌هایی از شیوه‌های نمایش اعداد، توسط اقوام و تمدن‌های مختلف را نشان می‌دهد.



مایا	رومی	میخی	مصری	بابلی	عدد
	XXI	◀◀۲	ونن	●●●	۲۱
	VIII	۲۲۲۲ ۲۲۲۲		●●●●●	۸
	XXXVI	◀◀◀ ۲۲۲	ونن	●●●●●●	۳۶
	XCVII	۲◀◀◀۲۲۲ ۲۲۲۲	ونن و ن ونن و ن ونن و ن	●●●●●●●	۹۷
	CLXXIV	۲۲◀◀◀۲۲ ◀◀◀	ونن و ن و ن ونن و ن و ن ونن و ن و ن	●●●●●●●●	۱۷۴

آیا می‌توانید قواعدی که برای نمایش اعداد طبیعی با این روش‌ها به کار رفته است را کشف کنید؟ اگر قواعد عددنویسی رومی را کشف کردید، از یک تا بیست را با این روش بنویسید.

باید دانست که در تمام شیوه‌های عددنویسی اولیه، اعداد ۵ و ۱۰ و ۲۰ نقش اساسی داشتند. این سه عدد، به ترتیب تعداد انگشتان یک دست، دو دست و دو پا هستند.

همان‌گونه که در جدول بالا می‌بینید تعدادی از این شیوه‌های نمایش اعداد، شبیه شیوه نمایش دهدهی مرسوم خودمان است، با این تفاوت که در این شیوه‌ها، نمایشی برای صفر وجود ندارد. همین موضوع باعث شده است که برای نمایش اعداد تعداد زیادی نماد وارد شود و کار در این شیوه‌ها را مشکل سازد. وارد شدن صفر در اعداد یک انقلاب بود که ریاضیات را وارد مرحله جدیدی کرد. اولین بار هندیان بودند که صفر و نمایشی برای صفر را وارد نظام اعداد کردند و پس از آن مسلمانان آن را به جهانیان معرفی کردند. پیشگام این کار ریاضیدان بزرگ ایرانی محمدبن موسی خوارزمی بود.

با ورود صفر به نظام اعداد و قبول آن به عنوان یک عدد، نمایش دهدهی اعداد امکان پذیر شد. نمایش دهدهی اعداد، انجام چهار عمل اصلی را به شکل بسیار ساده‌ای درآورد. شما این اعمال را در دبستان فرا گرفته‌اید و خوب است توجه داشته باشید که صدها سال طول کشید تا نمایش اعداد و انجام چهار عمل اصلی روی آن‌ها به صورت کنونی آن درآید.

شیوه‌ای که امروزه برای نمایش اعداد به کار می‌رود، نمایش دهدهی اعداد نام دارد. در این شیوه نمایش، برای اعداد از صفر تا نه، نمادهایی به عنوان نشانه این اعداد انتخاب می‌شود. در زبان فارسی این نمادها عبارت‌اند از:

۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹

در زبان‌های دیگر نمادهای دیگری انتخاب شده است. به کمک این نمادها، با استفاده از قاعده دسته‌بندی‌های ده‌تایی، بقیه اعداد نیز نمایش داده می‌شوند. مثلاً، «۱۳۵» نشان‌دهنده تعداد یک دسته صدتایی و سه دسته ده‌تایی و پنج یکی است.

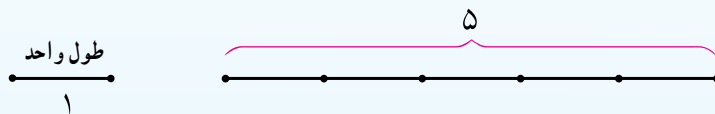
خوب است بدانید که بسیار طول کشید تا صفر کشف و به عنوان عدد شناخته شود، به همین خاطر، صفر را جزء اعداد طبیعی به حساب نمی‌آورند، اگرچه در نمایش دهدهی اعداد طبیعی، صفر نقش مهمی دارد.

### ملا محمد باقر یزدی

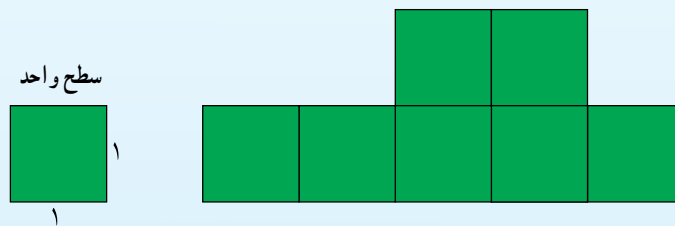
دانشمند، ریاضی‌دان، منجم و عالم دینی دوره صفویه بوده است. او در علوم متداول روزگار خود از جمله جبر، هندسه و نجوم مهارت داشت به خصوص در علم ریاضی قواعد جدیدی ابداع کرد. از جمله آثار او می‌توان به کتاب عیون الحساب اشاره نمود که در فصلی از این کتاب به محاسبه اعداد متحابه پرداخت (دو عدد را متحابه هم گویند هرگاه مجموع مقسوم علیه‌های هریک با دیگری برابر باشد. برای مثال  $220$  و  $284$  دو عدد متحابه‌اند). یزدی قبل از دکارت به این نتیجه رسید که دو عدد  $9363584$  و  $9437056$  متحابه‌اند. از آثار دیگر او می‌توان به حاشیه بر تحریر مخروطات آپولونیوس و شرح کتاب الاشکال الكنزیه و شرح المقالة العاشر من (تحریر) اصول اقلیدس اشاره نمود. او در سال  $1056$  ق در اصفهان درگذشت.

## اندازه گیری با اعداد طبیعی

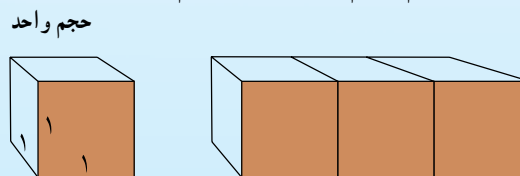
شمارش، یک نوع اندازه گیری است که تعداد اشیاء یا چیزها را معلوم می کند. هر نوع شمارشی با داشتن یک واحد آغاز می شود. به عنوان مثال، با انتخاب یک پاره خط به عنوان پاره خط واحد، طول آن را طول واحد در نظر می گیریم. با به دنبال هم قرار دادن چند پاره خط واحد، پاره خطی ساخته می شود، که اندازه آن با یک عدد طبیعی بیان می شود. مثلاً، اندازه پاره خط زیر، با توجه به پاره خط واحد انتخاب شده، ۵ واحد طول می باشد.



با انتخاب یک طول واحد، مساحت مربعی که طول هر ضلع آن برابر طول واحد است، سطح واحد در نظر گرفته می شود و آن را مربع واحد می نامند. شکل هایی که با کنار هم گذاردن مربع واحد ساخته می شوند، دارای مساحتی هستند که با اعداد طبیعی قابل اندازه گیری هستند. مثلاً، مساحت شکل زیر ۷ واحد سطح است.



با انتخاب طول واحد، حجم مکعبی که طول هر ضلع آن برابر طول واحد است، حجم واحد در نظر گرفته می شود. اجسامی که با کنار هم گذاردن مکعب واحد ساخته می شوند دارای حجمی هستند که با اعداد طبیعی قابل اندازه گیری هستند. مثلاً، حجم جسم زیر ۳ واحد حجم است.



تمرین در کلاس

۱- کلیه مستطیل هایی که اندازه محیط آن ها ۲۰ سانتی متر است و طول و عرض آن ها برحسب سانتی متر، اعداد طبیعی هستند را رسم کنید.

۲- چند مستطیل رسم کردید؟ مساحت هر کدام چقدر است؟

۳- کدام مستطیل بیشترین مساحت را دارد؟

## اعداد صحیح

یک خط افقی به شکل زیر رسم و نقطه‌ای به عنوان مبدأ روی آن انتخاب می‌کنیم. یک جهت روی این خط انتخاب می‌کنیم و آن را جهت مثبت<sup>۱</sup> می‌نامیم. روی این خط، نیم خط به ابتدای مبدأ در جهت مثبت را نیم خط مثبت و نیم خط مقابل آن را نیم خط منفی می‌نامیم. یک پاره خط واحد انتخاب می‌کنیم و آن را روی نیم خط مثبت، از مبدأ رسم می‌کنیم. با پشت سر هم قرار دادن پاره خط‌های واحد، نقاطی به دست می‌آیند که آن‌ها را نقاط نظیر اعداد طبیعی می‌نامند.



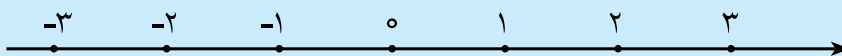
خطی که روی آن، یک مبدأ، یک جهت و یک پاره خط واحد انتخاب شده است را یک محور اعداد می‌نامند.

توسعه در کلاس



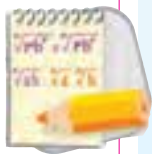
A و B دو نقطه روی نیم خط مثبت هستند. A نظیر عدد ۴ و طول پاره خط AB برابر ۶ است. B نظیر کدام عدد طبیعی است؟

اگر پاره خط واحد را روی نیم خط منفی، از مبدأ رسم کنیم و این رسم را به دنبال هم تکرار کنیم، نقاطی به دست می‌آیند که آن‌ها را نقاط نظیر اعداد صحیح منفی می‌نامند. پس، به ازای هر عدد طبیعی، یک عدد صحیح منفی نیز وجود دارد که فاصله نقاط نظیر آن‌ها تا مبدأ با هم مساوی است. این اعداد را قرینه هم می‌نامند و قرینه هر عدد طبیعی به صورت همان عدد که علامت منفی « - »، پشت آن قرار گرفته است، نمایش داده می‌شود. مثلاً، قرینه ۲ عدد « ۲- » است و نقاط نظیر آن‌ها، تا مبدأ فاصله مساوی دارند.



۱- در خط‌هایی که به صورت افقی رسم می‌شوند معمولاً جهت سمت راست را به عنوان جهت مثبت انتخاب می‌کنند.

اعداد طبیعی، صفر و قرینه اعداد طبیعی با هم را اعداد صحیح می نامند. اعداد صحیح مثبت، همان اعداد طبیعی هستند و اعداد صحیح نامنفی همان اعداد طبیعی به همراه صفر هستند. اعداد صحیح نامنفی را اعداد حسابی نیز می نامند.



### مسائل

۱- عملیات ریاضی زیر را انجام دهید.

الف)  $56$

ب)  $2 \times (75)$

ج)  $(3)5$

د)  $(3) \times (63)$

هـ)  $(3 \times 2) \div (46)$

۲- درآمد ماهیانه خانواده ای  $350,000$  تومان است، اگر مخارج سالانه این خانواده  $4,000,000$  تومان باشد، آیا این خانواده می تواند پولی را پس انداز کند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

### ابوجعفر محمد بن ایوب طبری

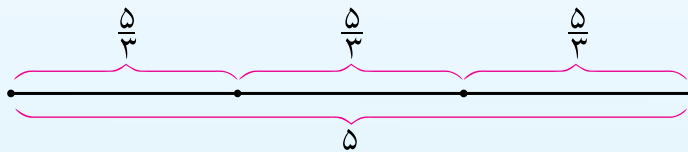
ریاضیدان ایرانی (متوفی پس از ۴۸۵ هـ.ق) از مردم طبرستان (مازندران کنونی) بود. طبری در علم حساب به ویژه در تألیفات خود معتقد به معرفی جامع نگر فصل های گوناگون علم حساب و هندسه بوده است و از این کار هدف تعلیماتی داشته است. از آثار وی می توان به شمارنامه و مفتاح المعاملات اشاره کرد. یک نسخه خطی از کتاب مفتاح المعاملات در کتابخانه ایاصوفیای استانبول موجود است.



## اعداد گویا

در بسیاری از اندازه‌گیری‌ها، اعداد صحیح کافی نیستند. به عنوان مثال، در اندازه‌گیری وزن، وزن بسیاری از اجسام را نمی‌توان با یک عدد طبیعی نشان داد.

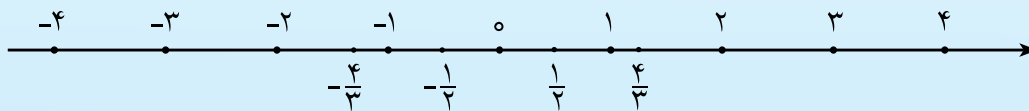
اگر پاره خط واحد را به دو قسمت مساوی تقسیم کنیم، طول هریک از دو پاره خط به دست آمده چقدر است؟ روشن است که طول این پاره خط‌ها برابر یک عدد طبیعی نیست و شما قبلاً آن را با  $\frac{1}{2}$  نشان داده‌اید که نشان‌دهنده تقسیم ۱ بر ۲ است. همین‌طور اگر پاره خطی به طول ۵ را به سه قسمت مساوی تقسیم کنیم، سه پاره خط به دست می‌آید که طول هریک  $\frac{5}{3}$  است.



اگر روی محور اعداد، پاره خط‌هایی به ابتدای مبدأ و انتهای یک عدد صحیح را در نظر بگیریم و آن‌ها را به چند قسمت مساوی تقسیم کنیم، نقاط تازه‌ای به دست می‌آیند که آن‌ها را نقاط نظیر اعداد گویا می‌نامند.

اعداد گویا را می‌توان به صورت تقسیم یک عدد صحیح بر یک عدد طبیعی نمایش داد.

تقسیم دو عدد بر هم را به صورت کسری نشان می‌دهند.



اگر به مکان دو عدد گویا روی محور اعداد توجه کنید، می‌بینید عددی که بزرگ‌تر است، سمت راست عدد کوچک‌تر قرار می‌گیرد. برای آن که تشخیص دهیم، از دو عدد گویای مثبت، کدام یک بزرگ‌تر است، کافی است آن‌ها را به شکلی بنویسیم که مخارج مساوی داشته باشند. سپس، صورت هر کدام که بزرگ‌تر بود، آن عدد بزرگ‌تر است.

مثال: از دو عدد  $\frac{3}{5}$  و  $\frac{4}{7}$  کدام بزرگ‌تر است؟

این اعداد گویا را به شکلی می‌نویسیم که مخارج مساوی داشته باشند. برای انجام این کار، کافی است صورت

و مخرج هر کدام را در مخرج دیگری ضرب کنیم.

$$\frac{4}{7} = \frac{4 \times 5}{7 \times 5} = \frac{20}{35} \quad \frac{3}{5} = \frac{3 \times 7}{5 \times 7} = \frac{21}{35}$$

با مقایسه بین صورت کسرها نتیجه می شود که  $\frac{20}{35} < \frac{21}{35}$ ، پس  $\frac{4}{7} < \frac{3}{5}$ .



تمرین در کلاس

الف) دو عدد  $\frac{4}{3}$  و  $\frac{7}{4}$  را روی محور اعداد مشخص کنید. کدام یک بزرگ ترند؟  
ب) این دو عدد را به گونه ای بنویسید که مخرج مساوی داشته باشند و سپس تعیین کنید، کدام یک بزرگ ترند.

ج) از طریق نمایش روی محور اعداد و هم مخرج کردن، تعیین کنید که کدام یک از دو عدد  $-\frac{5}{3}$  و  $-\frac{7}{5}$  بزرگ ترند.

در فعالیت زیر می خواهیم نشان دهیم که بین هر دو عدد گویا می توان یک عدد گویای دیگر معرفی کرد.



فعالیت

- ۱- یک عدد گویا بین  $\frac{2}{7}$  و  $\frac{5}{7}$  نام ببرید.
  - ۲- آیا می توانید یک عدد گویا بین  $\frac{4}{7}$  و  $\frac{5}{7}$  نام ببرید؟ آیا با ضرب صورت و مخرج هر دو کسر در ۲ می توان یک عدد گویا بین آن ها معرفی کرد؟ بررسی کنید.
  - ۳- یک عدد گویا بین  $\frac{2}{3}$  و  $\frac{5}{7}$  نام ببرید.
- (راهنمایی: ابتدا این دو عدد را به گونه ای بنویسید که مخرج مساوی پیدا کنند.)

از این فعالیت نتیجه می شود که :

بین هر دو عدد گویای متمایز حداقل یک عدد گویای دیگر وجود دارد.



### ببیندیشیم

بین دو عدد گویای

متمایز چند عدد گویا

می توان پیدا کرد؟



### مسائل

۱- عملیات زیر را انجام دهید.

الف)  $\frac{2}{5} - \frac{3}{5} =$

ب)  $\frac{4}{3} + \frac{2}{5} =$

ج)  $\frac{5}{6} - \frac{5}{4} =$

د)  $3\frac{1}{2} - 2\frac{2}{3} =$

هـ)  $(2\frac{3}{4}) \times (-3\frac{1}{3}) =$

و)  $(\frac{-7}{4} + \frac{3}{5}) \div \frac{20}{37} =$

۲-  $\frac{2}{5}$  از نصف یک میله یک متری چند سانتی متر است؟

۳- حمید دانش آموز منظمی است و برای خود برنامه روزانه دارد. او  $\frac{1}{3}$  از شبانه روز را استراحت می کند، ۶ ساعت در مدرسه است،  $\frac{1}{4}$  شبانه روز را به مطالعه درس های خود اختصاص می دهد و  $\frac{1}{8}$  شبانه روز را به کارهای پیش آمده اختصاص داده است و بقیه زمان را هم به فعالیت های ورزشی می پردازد. حمید در یک شبانه روز چند ساعت فعالیت های ورزشی انجام می دهد؟

۴- بین هر دو عدد از عددهای گویای زیر، چهار عدد گویای دیگر به دست آورید.

ج)  $-\frac{2}{3}, -\frac{3}{4}$

ب)  $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}$

الف)  $\frac{2}{5}, \frac{3}{5}$

۵- اعداد گویای زیر را از کوچک به بزرگ مرتب کنید.

$\frac{1}{3}, \frac{5}{24}, \frac{3}{7}$

## نمایش اعشاری و اعداد اعشاری

با اعداد طبیعی، صحیح و گویا و نمایش آن‌ها روی محور اعداد آشنا شده‌اید.

امروزه برای نوشتن اعداد طبیعی از دستگاه دهدهی استفاده می‌شود. این شیوه از نمایش اعداد طبیعی را نمایش اعشاری اعداد طبیعی نیز می‌نامند. در این شیوه نمایش، هر رقم دارای ارزش مکانی است. مثلاً در عدد ۲۳۷، رقم ۷ در مرتبه یکان و رقم ۳ در مرتبه دهگان و رقم ۲ در مرتبه صدگان است. این به معنای آن است که:

$$۲۳۷ = ۲ \times ۱۰^۲ + ۳ \times ۱۰ + ۷ \times ۱$$

در این شیوه نمایش، همه اعداد طبیعی را می‌توان نمایش داد. برای نوشتن (به نمایش درآوردن) اعداد کمتر از ۱ می‌توانیم ارزش‌های مکانی به اندازه  $\frac{1}{10}$ ،  $\frac{1}{100}$ ،  $\frac{1}{1000}$  و... را نیز در نظر بگیریم. برای مشخص کردن

رقم‌هایی که در مرتبه  $\frac{1}{10}$ ،  $\frac{1}{100}$ ، ... دارند از علامت ممیز (/) استفاده می‌شود. مثلاً در عدد  $۳/۴$ ، رقم ۳ در مرتبه یکان و رقم ۴ در مرتبه  $\frac{1}{10}$  است، یعنی:

$$۳/۴ = ۳ + ۴ \times \frac{1}{10}$$

به عنوان مثالی دیگر در عدد  $۳۵/۴۲$ ، رقم ۳ در مرتبه دهگان و رقم ۵ در مرتبه یکان و رقم ۴ در مرتبه  $\frac{1}{10}$  و رقم ۲ در مرتبه  $\frac{1}{100}$  است، یعنی:

$$۳۵/۴۲ = ۳ \times ۱۰ + ۵ \times ۱ + ۴ \times \frac{1}{10} + ۲ \times \frac{1}{100}$$

اعدادی را که بتوانیم با این شیوه نمایش بنویسیم اعداد اعشاری مثبت می‌نامیم. این اعداد و قرینه آن‌ها را اعداد اعشاری می‌نامند.

اعداد اعشاری بخشی مهم از اعداد گویا هستند. یک عدد اعشاری مثل  $۲۵۷۳/۶۳$  را می‌توان به عنوان عدد گویا به صورت زیر نوشت:

$$۲۵۷۳/۶۳ = ۲۵۷۳ + ۶ \times \frac{1}{10} + ۳ \times \frac{1}{100} = \frac{۲۵۷۳۶۳}{۱۰۰}$$

در عدد اعشاری  $۲۵۷۳/۶۳$ ،  $۲۵۷۳$  را قسمت صحیح و  $۶۳/۱۰۰$  را قسمت اعشاری این عدد می‌نامند. به طور کلی، در یک عدد اعشاری مثبت، عدد حسابی قبل از ممیز از قسمت صحیح آن عدد اعشاری می‌نامند و با قرار دادن صفر به جای قسمت صحیح، عدد اعشاری ساخته شده را قسمت اعشاری آن عدد می‌نامند.

به عنوان مثال، در عدد اعشاری  $۲۱/۵۶۴$ ، قسمت صحیح آن ۲۱ و قسمت اعشاری آن  $۵۶۴/۱۰۰۰$  است. توجه داشته باشید که اعداد طبیعی هم، از یک نظر، عدد اعشاری محسوب می شوند. به عنوان مثال، عدد طبیعی ۳۵ را می توانید به صورت  $۳۵/۰۰$  در نظر بگیرید. قسمت اعشاری اعداد طبیعی صفر است. در تمرین زیر با چند خاصیت مهم اعداد اعشاری آشنا می شوید.



### تمرین در کلاس

۱- قسمت صحیح و قسمت اعشاری اعداد زیر را بیابید و هر کدام را به صورت یک عدد گویا بنویسید.

د)  $۱۲/۱$       ج)  $۰/۰۲۳$       ب)  $۴۵۲/۵۰۰$       الف)  $۸۶/۰۰۰$

۲- چه ویژگی مشترکی بین مخارج های اعداد گویای به دست آمده در بالا که یک عدد اعشاری هستند می یابید؟

۳- در زیر جاهای خالی را با یک عمل ضرب یا تقسیم، مانند نمونه، پر کنید.

$$\begin{array}{ll} ۵۶۲۹۴ \boxed{\div ۱۰} = ۵۶۲۹/۴ & ۰/۰۳۲۷ \boxed{\times ۱۰} = ۰/۳۲۷ \\ ۵۶۲۹۴ \boxed{\div ۱۰۰} = ۵۶/۲۹۴ & ۰/۰۳۲۷ \boxed{\times ۱۰۰} = ۳۲/۷ \\ ۵۶۲۹۴ \boxed{\div ۱۰۰۰} = ۵۶۲/۹۴ & ۰/۰۳۲۷ \boxed{\times ۱۰۰۰} = ۳۲۷ \\ ۵۶۲۹۴ \boxed{\div ۱۰۰۰۰} = ۵۶/۲۹۴ & ۰/۰۳۲۷ \boxed{\times ۱۰۰۰۰} = ۳۲۷۰ \end{array}$$

۴- اعداد  $۲۴/۳۷$ ،  $۲۴/۳۷۰$ ،  $۲۴/۳۷۰۰$ ،  $۲۴/۳۷۰۰۰$  و  $۲۴/۳۷۰۰۰۰$  را با هم مقایسه کنید. آیا تفاوتی با هم دارند؟ به طور کلی در یک عدد اعشاری، در مورد رقم های صفر بعد از ممیز که بعد از آن ها رقم غیر صفر دیگری قرار ندارد، چه نتیجه ای می گیرید؟

می دانید که برای جمع دو عدد اعشاری، آن دو عدد را به گونه ای زیر هم می نویسیم که ممیزهای این اعداد زیر هم قرار بگیرند؛ سپس، طبق قواعد جمع اعداد طبیعی، با حفظ ممیز در جای خود، عمل جمع را انجام می دهیم. مثلاً، برای جمع دو عدد اعشاری  $۲۳/۶۷۲$  و  $۵/۰۸$  داریم:

$$\begin{array}{r} ۲۳/۶۷۲ \\ + ۵/۰۸۰ \\ \hline ۲۸/۷۵۲ \end{array}$$

با نوشتن این دو عدد اعشاری به صورت اعدادی گویا با مخارج های مساوی که توانی از  $۱۰$  باشند، درستی روش بالا را می توان نشان داد.





- می خواهیم حاصل ضرب دو عدد اعشاری  $۲/۰۷۲$  و  $۴۶/۳۴$  را به دست آوریم.
- ۱- دو عدد بالا را به صورت اعداد گویایی که مخرج آن ها توانی از  $۱۰$  است بنویسید و به صورت دو عدد گویا در یکدیگر ضرب کنید.
- ۳- حاصل ضرب به دست آمده در بالا را به صورت یک عدد اعشاری بنویسید.
- ۴- یک روش برای ضرب اعداد اعشاری پیشنهاد کنید.

در ضرب دو عدد اعشاری کافی است نخست ممیز این اعداد را نادیده بگیریم و آن ها را مانند دو عدد طبیعی در هم ضرب کنیم. سپس، به اندازه مجموع تعداد ارقام بعد از ممیز آن ها، در عدد به دست آمده، رقم های سمت راست را بعد از ممیز قرار دهیم.

مثال: حاصل ضرب  $۱۴/۱ \times ۳۲/۰۲۵$  را به دست آورید.

ممیزها را در این اعداد نادیده می گیریم و حاصل ضرب زیر را حساب می کنیم.

$$۳۲۰۲۵ \times ۱۴۱ = ۴۵۱۵۵۲۵$$

با توجه به آن که اولین عدد، سه رقم و دومین عدد، یک رقم اعشار (بعد از ممیز) دارد برای حاصل ضرب به دست آمده چهار رقم اعشار در نظر می گیریم. پس،

$$۳۲/۰۲۵ \times ۱۴/۱ = ۴۵۱/۵۵۲۵$$

در کتاب مفتاح المعاملات، مراحل ضرب دو عدد مخلوط،  $۲\frac{۱}{۴}$  و  $۳\frac{۱}{۳}$  به شکل زیر بیان شده است:

$$۲\frac{۱}{۴} \times ۳\frac{۱}{۳}$$

$$۲\frac{۱}{۴} \times ۳ = ۶\frac{۳}{۴}$$

$$۲ \times \frac{۱}{۳} = \frac{۲}{۳}$$

$$\frac{۱}{۴} \times \frac{۱}{۳} = \frac{۱}{۱۲}$$

$$۶\frac{۳}{۴} + \frac{۲}{۳} + \frac{۱}{۱۲} = ۷\frac{۱}{۲}$$

آیا می توانید دلیل درستی این روش را بیان کنید؟



۱- اعداد زیر را از کوچک به بزرگ مرتب کنید.

$$9/89 \times 10^4, \quad 99000, \quad 1 \times 10^5, \quad 98 \times 10^3$$

۲- اعداد زیر را از بزرگ به کوچک مرتب کنید.

$$505/1000, \quad 0/488, \quad \frac{-1}{2}, \quad 0/47, \quad \frac{-26}{50}, \quad 0/46$$

۳- محاسبات زیر را بدون استفاده از ماشین حساب انجام دهید. درستی محاسبات خود را با ماشین حساب کنترل کنید. (در صورت داشتن ماشین حساب)

۱)  $0/55 \quad 0/19$

۲)  $0/84 \quad 0/003$

۳)  $2 \quad 0/4$

۴)  $0/04 \times 12$

۵)  $2/55 \times 1/2$

۶)  $220 \div 0/05$

۷)  $3/6 \times 10^2 \quad 2/5 \times 10^2$

۸)  $8/65 \times 10^2 \quad 2/92 \times 10^2$

نزدیک به ۲۵۰۰ سال پیش، فیثاغورس، دانشمند یونانی، مکتبی را بنیان نهاد که برای اعداد صحیح اهمیت بسیاری قائل می‌شد. بنا به اعتقاد فیثاغورسیان طول هر پاره خطی باید یک عدد گویا باشد. روزی یکی از آن‌ها متوجه شد که طول وتر مثلث قائم الزاویه‌ای که طول دو ضلع دیگر آن ۱ است، طبق قضیه فیثاغورس  $\sqrt{2}$  است که عددی گویا نیست. این برای فیثاغورسیان ابداً خوشایند نبود، با این حال  $\sqrt{2}$  طول یک پاره خط بود.

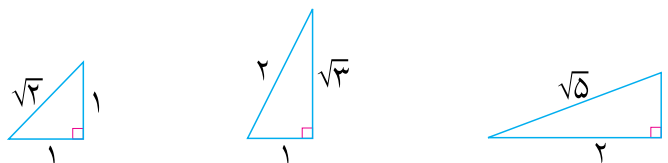
نظیر هر عدد گویا نقطه‌ای روی محور اعداد می‌توان یافت. آیا هر نقطه روی محور اعداد نظیر یک عدد گویا است؟ بر روی محور اعداد نقاطی وجود دارند که نظیر هیچ عدد گویایی نیستند. این گونه نقاط، اعدادی را نشان می‌دهند که آن‌ها را اعداد گنگ می‌نامند. اعداد گنگ و اعداد گویا را با هم، «اعداد حقیقی» می‌نامند.

با استفاده از نماد  $\sqrt{\quad}$  (رادیکال) که به معنای جذرگیری است، اعداد گنگ بسیاری را می‌توان معرفی کرد. برای مثال،  $\sqrt{2}$  و  $\sqrt{3}$  اعدادی گنگ هستند.  $\pi$  نیز عددی گنگ است.



## تمرین در کلاس

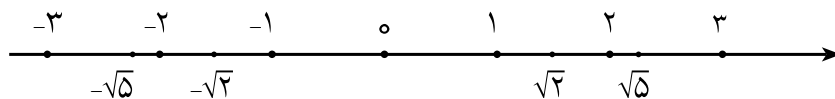
۱- توضیح دهید که چگونه می‌توان مثلث‌های قائم الزاویه زیر را رسم کرد و پاره خط‌هایی با طول‌های  $\sqrt{2}$  و  $\sqrt{3}$  ساخت.



۲- با استفاده از رسم‌های بالا، روی محور اعداد، نقاط نظیر اعداد  $\sqrt{2}$  و  $\sqrt{3}$  و  $\sqrt{5}$  را بیابید.

اگر دو نقطه، یکی روی نیم خط مثبت و یکی روی نیم خط منفی انتخاب کنیم به طوری که فاصله آن‌ها تا مبدأ مساوی باشند، اعداد نظیر این نقاط را دو عدد قرینه هم می‌نامند. هر نقطه روی نیم خط منفی نشان‌دهنده یک عدد حقیقی منفی است و قرینه یک عدد حقیقی مثبت می‌باشد. قرینه هر عدد حقیقی را مانند اعداد گویا با

گذاشتن علامت منفی «-»، در سمت چپ آن نشان می‌دهند. اعداد حقیقی مثبت را به همراه صفر، اعداد حقیقی نامنفی می‌نامند.



در تمرین زیر می‌خواهیم با محور اعداد حقیقی بیشتر آشنا شویم.

### تمرین در کلاس



- ۱- یک محور اعداد حقیقی رسم کنید و روی آن، نقاط متناظر اعداد  $1, 2, 3, \frac{1}{4}, 1+\sqrt{5}, \sqrt{5}-1$  را بیابید.
- ۲- اگر عددی از عدد دیگری بزرگ‌تر باشد، مکان هریک از آن دو روی محور اعداد نسبت به دیگری چگونه است؟ اگر عددی را با عدد مثبتی جمع کنیم، مکان آن روی محور اعداد چه تغییری می‌کند؟ حاصل از عدد قبلی بزرگ‌تر می‌شود یا کوچک‌تر؟
- ۳- اعداد بند اول همین تمرین را از کوچک به بزرگ مرتب کنید.

برای بیان این که یک عدد از عدد دیگر کوچک‌تر است از علامت «<» یا «>» استفاده می‌کنیم. برای مثال برای بیان این که ۲ از ۳ کوچک‌تر است، می‌نویسیم  $2 < 3$ . این مطلب را به صورت  $3 > 2$  نیز می‌توانیم بنویسیم.

گاهی اوقات برای سادگی در نوشتن دو نامساوی مانند  $4 < 5$  و  $1 < 4$ ، هر دوی آن‌ها را همزمان به صورت  $1 < 4 < 5$  نیز می‌نویسیم.

### فعالیت



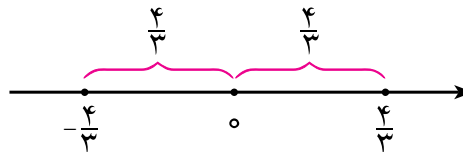
- ۱- نقاط نظیر اعداد ۳ و ۵ و ۱۲ را روی محور اعداد در نظر بگیرید. فاصله این نقاط تا مبدأ چقدر است؟
- ۲- چه رابطه‌ای بین فاصله این اعداد تا مبدأ و خود این اعداد مشاهده می‌کنید؟
- ۳- نقاط نظیر اعداد (۳) و (۵) و (۱۲) را روی محور اعداد در نظر بگیرید. فاصله این نقاط تا مبدأ چقدر است؟

- ۴- چه رابطه‌ای بین فاصله این اعداد تا مبدأ و خود این اعداد مشاهده می‌کنید؟
- ۵- نتیجه‌ای که به دست آورده‌اید را برای یک عدد دلخواه مثبت و یک عدد منفی دلخواه جداگانه بیان کنید.



فاصله نقطه نظیر یک عدد حقیقی روی محور اعداد تا مبدأ را قدرمطلق آن عدد می‌نامند.

مثال: فاصله نقاط نظیر دو عدد  $\frac{4}{3}$  و  $(-\frac{4}{3})$  تا مبدأ برابر  $\frac{4}{3}$  است، پس قدرمطلق هر دو عدد  $\frac{4}{3}$  و  $(-\frac{4}{3})$  برابر  $\frac{4}{3}$  است.



قدرمطلق را با استفاده از نماد  $| |$  نشان می‌دهند.

به عنوان مثال، قدرمطلق  $(-\frac{4}{3})$  را با  $|\frac{4}{3}|$  و قدرمطلق  $\frac{4}{3}$  را با  $|\frac{4}{3}|$  نشان می‌دهند که هر دو، برابر  $\frac{4}{3}$  هستند.

مثال: قدرمطلق اعداد  $\frac{4}{3}$ ،  $4$ ،  $\pi$ ،  $-\sqrt{7}$  و قرینه آن‌ها به شکل زیر است.

$$|-\frac{4}{3}| = |\frac{4}{3}| = \frac{4}{3}, \quad |-4| = |4| = 4, \quad |-\pi| = |\pi| = \pi, \quad |-\sqrt{7}| = |\sqrt{7}| = \sqrt{7}$$

قدرمطلق اعداد مثبت برابر خود آن اعداد است زیرا فاصله یک عدد مثبت تا مبدأ برابر همان عدد است و

قدرمطلق هر عدد منفی، قرینه آن است. در حالت کلی، قدرمطلق هر عددی، عددی نامنفی است.

مثال:  $1 - \sqrt{2}$  عددی منفی است، پس  $1 - \sqrt{2} = -(1 - \sqrt{2}) = \sqrt{2} - 1$ ، همچنین  $\sqrt{3} - \sqrt{5}$  عددی منفی

$$\text{است، پس } |\sqrt{3} - \sqrt{5}| = \sqrt{5} - \sqrt{3}$$



## تقریب‌های اعشاری اعداد حقیقی

$\sqrt{2}$  عددی گنگ است، ولی می‌توانیم اعدادی اعشاری را که نزدیک به آن باشد، بیابیم. برای مثال،  $1/4$  به  $\sqrt{2}$  نزدیک است و  $1/41$  به  $\sqrt{2}$  نزدیک‌تر است و  $1/414$  به  $\sqrt{2}$  بیشتر نزدیک است. این اعداد اعشاری را تقریب‌های اعشاری  $\sqrt{2}$  می‌نامند. برای هر عدد حقیقی می‌توان از این تقریب‌های اعشاری یافت و هرچه عدد اعشاری به عدد حقیقی نزدیک‌تر باشد، دقت تقریب بالاتر است.

مثال:  $\frac{1}{3}$  برابر هیچ عدد اعشاری نیست، ولی می‌توانیم تقریب‌های اعشاری آن را به دست آوریم.  $\frac{1}{3}$  با دقت یک رقم اعشار برابر است با  $0/3$  و با دقت دو رقم اعشار برابر است با  $0/33$  و با دقت سه رقم اعشار برابر است با  $0/333$ . دقت این تقریب‌ها را هر چقدر که لازم باشد می‌توانیم بالا ببریم.

مثال ۱: تقریب اعشاری  $\frac{2}{7}$  تا سه رقم اعشار چیست؟

$2$  را بر  $7$  تقسیم می‌کنیم و خارج قسمت را تا سه رقم اعشار محاسبه می‌کنیم.  $\frac{2}{7}$  با دقت یک رقم اعشار برابر است با  $0/2$ ، با دقت دو رقم اعشار برابر است با  $0/28$ ، و با دقت سه رقم اعشار برابر است با  $0/285$ .

مثال ۲:  $\sqrt{2}$  و  $\sqrt{3}$  دو عدد گنگ هستند و  $\sqrt{2}$  با دقت چهار رقم اعشار برابر است با  $1/4142$  و  $\sqrt{3}$  با دقت چهار رقم اعشار برابر است با  $1/7320$ .

مثال ۳:  $\pi$  یک عدد گنگ است و با دقت دو رقم اعشار برابر است با  $3/14$ . دقت این تقریب را تا هر قدر که بخواهیم می‌توانیم بالا ببریم. مثلاً،  $\pi$  با دقت ده رقم اعشار برابر است با  $3/1415926535$ .

توجه کنید که تقریب‌هایی که در این جا از آن صحبت کرده‌ایم، تقریب زدن با روش قطع کردن بوده است که در دوره راهنمایی با آن آشنا شده‌اید. در این روش تقریب زدن، مقدار تقریبی از مقدار واقعی کمتر است. می‌توان دید اگر به آخرین رقم آن یک واحد اضافه کنیم از مقدار واقعی بیشتر می‌شود. برای مثال، وقتی می‌گوییم  $\sqrt{2}$  با دقت چهار رقم اعشار برابر  $1/4142$  است، یعنی  $1/4142 < \sqrt{2} < 1/4143$

تمرین در کلاس



۱- با توجه به تقریب‌های اعشاری  $\sqrt{2}$  و  $\sqrt{3}$  که در بالا داده شده است، مجموع  $\sqrt{2} + \sqrt{3}$  را با یک

رقم اعشار حساب کنید و حاصل را با  $\pi$  که با دقت یک رقم اعشار نوشته شده است مقایسه کنید.

۲-  $\sqrt{2} + \sqrt{3}$  را با دو رقم اعشار حساب کنید و آن را با عدد  $\pi$  که با دقت دو رقم اعشار نوشته شده است مقایسه کنید.

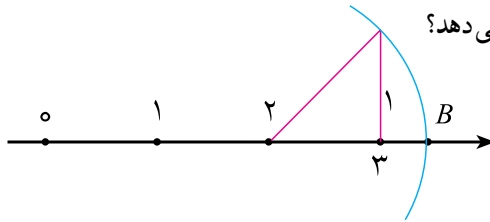
۳- آیا عدد  $\pi$  با مجموع  $\sqrt{2} + \sqrt{3}$  مساوی است؟

۴-  $\sqrt{2} + \sqrt{3}$  را با سه رقم اعشار حساب کنید و آن را با عدد  $\pi$  که با دقت سه رقم اعشار نوشته شده است مقایسه کنید.

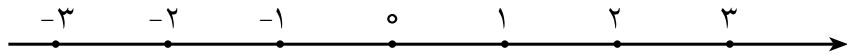


### مسائل

۱- روی محور اعداد زیر، نقطه B چه عددی را نشان می دهد؟



۲- بر روی محور اعداد زیر، مکان هریک از اعداد  $\frac{2}{3}$ ،  $-\frac{1}{4}$ ،  $\frac{2}{4}$  و  $\frac{5}{4}$  را مشخص کنید.



۳- اعداد  $\sqrt{8}$  و  $1-\sqrt{3}$  را روی محور بیابید.

۴- جدول زیر را کامل کنید و علامت اعداد مخالف صفر را تعیین کنید.

عدد	منفی	مثبت	صفر
$-2/7$			
$-1\frac{2}{3}$			
$\frac{1}{2}$			
$1-\sqrt{2}$			
$(2\frac{1}{2}-\frac{5}{2})$			
$\sqrt{3}-\sqrt{2}$			
$-(2-\sqrt{3})$			

۵- مقدار عبارت های زیر را در صورت امکان ساده کنید و بدون استفاده از نماد قدر مطلق بنویسید.

$$|-2 \times (3-4)|, |\sqrt{3}-\sqrt{5}|, |1-\sqrt{2}|, |2-3 \times (1-2)|$$

۶- جدول روبه رو را کامل کنید.

درصد	کسر	عدد اعشاری
۵۵	$\frac{۵۵}{۱۰۰}$	۰/۵۵
		۱/۲۵
	$2\frac{1}{2}$	
	$\frac{۳}{۴}$	
	$\frac{۴}{۵}$	
		۸/۵
		۴۸

۷- در بین عددهای گویای زیر، عددهایی که اعشاری هستند را مشخص کنید و قسمت صحیح و قسمت اعشاری آن‌ها را بنویسید.

$$\frac{3}{7}, \frac{15}{6}, \frac{8}{5}, \frac{2}{3}$$

۸- حاصل هریک از عملیات زیر را به طور تقریبی به دست آورید. قبل از انجام عملیات، در صورت نیاز به نزدیکترین عدد مناسب، اعداد را گرد کنید.

الف)  $3/9 \div 40/9$

ب)  $69/3 \div 1/9$

ج)  $(9/4 - 2/35) \times 87/3$

د)  $\frac{\sqrt{145} \times 7/96}{\sqrt{24}}$

۹- یک لکه روغن روی آب افتاده و به صورت دایره‌ای بزرگ می‌شود. لحظه‌ای می‌رسد که شعاع دایره برابر با ۴ سانتی متر شده و در لحظه‌ای بعد شعاع  $2^\circ$  سانتی متر افزایش می‌یابد. مساحت لکه چقدر افزایش می‌یابد؟ (مقدار  $\pi$  را برابر  $3/14$  بگیرید.)

۱۰- دانش‌آموزی گفت: در جایی خوانده‌ام که برای حفظ تقریب اعشاری  $\pi$  تا ده رقم، می‌توان جمله زیر را حفظ کرد.

«خرد و بیش و آگاهی دانشمندان ره سرمنزل مقصود بما آموزد»

به نظر شما چه ارتباطی بین این جمله و عدد  $\pi$  وجود دارد؟

### ابوالحسن علی بن احمد نسوی

حکیم و ریاضی‌دان ایرانی است که در سال ۳۹۳ ق. در ری متولد شد. از خصوصیات او نقل می‌کنند که سیرتی نیکو داشت و به علم و هنر عشق می‌ورزید و مردی کریم، مهمان‌نواز، خوان‌گشاده، علم‌دوست و دانش‌گستر بود و در میان شاگردان و بزرگان زمان خود به استاد مختص معروف بود. از او ۱۱ اثر ریاضی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به اثر المقتع فی الحساب الهندی اشاره کرد که در آن به روش محاسبه با دستگاه شمارش اعشاری می‌پردازد که در آن هریک از ارقام بسته به مکانی که در آن قرار گرفته‌اند دارای ارزش اند و ارزش مکانی هر رقم نسبت به رقم سمت راست خود ده برابر است. مثلاً در دستگاه اعشاری  $52/4$ ، ۴ دارای ارزش مکانی دهم، ۲ دارای ارزش مکانی یکان و ۵ دهگان است که ارزش هر کدام ده برابر دیگری است. ایشان در زمینه هندسه و مثلثات نیز کارهای بسیار زیادی انجام داده‌اند. وی در سال ۴۷۲ ق. درگذشت.

برای آسان تر صحبت کردن در ریاضی، از نمادها استفاده می‌شود. مثلاً، تمام اعداد طبیعی را با کنار هم گذاردن نمادهایی که برای اعداد صفر تا نه انتخاب کرده‌ایم نمایش داده‌ایم. تمام اعداد صحیح را با استفاده از نمایش دهنده‌ی اعداد طبیعی و علامت منفی « $-$ »، نمایش داده‌ایم. تمام اعداد گویا را با استفاده از نمایش اعداد طبیعی و علامت منفی و خط کسری نمایش داده‌ایم. اعمال جمع و ضرب را هم با نمادهای « $+$ » و « $\times$ » و رابطه کوچک‌تری و بزرگ‌تری را با « $<$ » و « $>$ » نشان داده‌ایم.

سخن گفتن با استفاده از این نمادها را زبان ریاضی می‌نامیم. جملات در زبان ریاضی را به زبان فارسی نیز می‌توان بیان کرد. برای مثال، جمله فارسی زیر، خبری را در ریاضی بیان می‌کند:

«اگر به عدد پانزده، عدد دو را اضافه کنیم، حاصل آن هفده می‌شود.»

همین جمله را با استفاده از نمادها، به زبان ریاضی به شکل زیر می‌نویسیم:

$$15 + 2 = 17$$

عبارت بالا یک جمله ریاضی است که خبری را در مورد سه عدد ۱۵، ۲ و ۱۷ بیان می‌کند.



تمرین در کلاس

۱- جمله‌های زیر را به زبان ریاضی بنویسید.

(الف) حاصل جمع منفی دوازده و هجده، برابر شش است.

(ب) حاصل ضرب یک سوم در خودش برابر یک نهم است.

(ج) حاصل ضرب منفی یک در منفی سه به اضافه پنجاه، از پنجاه بزرگ‌تر است.

۲- جمله‌های ریاضی زیر را به زبان فارسی بنویسید.

(الف)  $30 - 2 \times (3 + 12)$

(ب)  $\frac{2}{5} - 2 = -\frac{8}{5}$

(ج)  $-\frac{3}{2} \times \frac{2}{15} + 1 < \frac{13}{15}$

برای سخن گفتن در مورد اعداد مشخص، از نمایش آن‌ها استفاده می‌کنیم. به عنوان مثال، برای گفتن این که جمع یک دوم با خودش برابر یک است می‌نویسیم :

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

اما اگر بخواهیم در مورد دسته‌ای از اعداد سخن بگوییم، آن را چگونه بنویسیم؟ فرض کنید می‌خواهیم بگوییم : «دو برابر هر عدد برابر است با جمع آن عدد با خودش.»

این جمله به معنای آن است که :

$$\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 2 \times 1 \\ 2 & 2 & 2 \times 2 \\ 3 & 3 & 2 \times 3 \\ 4 & 4 & 2 \times 4 \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{array}$$

همان طور که می‌بینید، این خاصیت مربوط به عدد خاصی نیست و برای همه اعداد برقرار است. اگر □ نشانه یک عدد دلخواه باشد، خاصیت بالا را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم :

$$\square \quad \square \quad 2 \times \square$$

اگر به جای □، هر عدد دلخواهی بگذاریم تساوی بالا برقرار می‌شود. در ریاضی معمولاً به جای استفاده از علامت □ از نمادهای حروف انگلیسی مانند a، b، c، ... استفاده می‌شود. به عنوان مثال، برای گفتن جمله «جمع هر عدد با خودش، مساوی با دو برابر همان عدد است.» می‌گوییم : عدد دلخواهی انتخاب کنید و آن را a بنامید، در این صورت :

$$a \quad a \quad 2 \times a$$

در جمله بالا، به جای حرف a از هر حرف دیگری هم می‌توانیم استفاده کنیم. برای مثال بالا می‌توانیم بگوییم : عدد دلخواهی انتخاب کنید و آن را x بنامید، در این صورت :

$$x \quad x \quad 2 \times x$$

هر دو این جملات یک چیز می‌گویند : جمع هر عدد با خودش، مساوی با دو برابر همان عدد است. بنا به قرارداد، ضرب یک عدد خاص مانند ۲ در یک عدد دلخواه را که با یک نماد مانند a نشان داده شده است، به جای  $2 \times a$  با  $2a$  نشان می‌دهیم. این کار موجب سادگی نوشتن خواهد شد. به عنوان مثال :

$$3 \times a \quad 3a \quad (12) \times x \quad 12x \quad 1/7 \times z \quad 1/7z$$

به کمک نمادهایی که نشان‌دهنده یک عدد دلخواه هستند می‌توانیم خواصی از اعداد را که برای همه اعداد برقرارند راحت‌تر بیان کنیم.

مثال : برای بیان این که «حاصل جمع هر عدد با صفر برابر همان عدد می‌شود.»، می‌گوییم : عدد دلخواهی را

انتخاب کنید و آن را  $z$  بنامید، در این صورت

$$z \circ z$$

مثال: برای بیان این که «هر عددی که با یک جمع شود از آن عدد بزرگ تر می شود.» می گوییم: عدد دلخواهی را انتخاب کنید و آن را  $w$  بنامید، در این صورت:

$$w + 1 > w$$



### تمرین در کلاس

۱- جمله های زیر را با استفاده از حروف انگلیسی که به عنوان نمادهای حرفی و نمادهای ریاضی به کار برده می شوند، بنویسید.

(الف) سه برابر هر عددی برابر است با سه بار جمع آن عدد با خودش.

(ب) ضرب هر عددی در صفر، صفر می شود.

(ج) تفاضل هر عدد از خودش برابر صفر می شود.

۲- جمله های ریاضی زیر را به زبان فارسی بنویسید.

(الف)  $a \times a$  یا  $a \times a > a$

(ب)  $x \times 1$  یا  $x$

(ج)  $4w$  یا  $4 \times (1 + w)$

(د)  $x \times x$  یا  $1 > x$

در بسیاری اوقات، می خواهیم مطلبی را در مورد دو عدد دلخواه بیان کنیم. در این موارد لازم است از دو نماد مختلف استفاده کنیم که هر کدام نشان دهنده عدد دلخواهی باشند.

مثال: برای بیان این که: «در جمع دو عدد، جمع اولی با دومی برابر است با جمع دومی با اولی»، می گوییم: دو عدد دلخواه انتخاب کنید و آن ها را  $x$  و  $y$  بنامید، در این صورت:

$$x + y = y + x$$

بنا به قرارداد برای نشان دادن ضرب دو عدد که با نمادهایی مانند  $a$  و  $b$  نشان داده شده اند، به جای  $a \times b$  از  $ab$  استفاده می کنیم که ساده تر است.

ضرب یک عدد در خودش را مربع یا مجذور آن عدد می نامند.

مربع عدد  $a$  را با  $a^2$  نشان می دهند. یعنی:

$$a \times a = aa = a^2$$

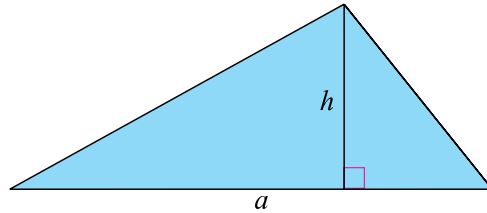


مثال : برای بیان این که : «در ضرب دو عدد، حاصل ضرب اولی در دومی برابر است با حاصل ضرب دومی در اولی.» می‌گوییم : دو عدد دلخواه انتخاب کنید و آن‌ها را  $x$  و  $y$  بنامید، در این صورت :

$$xy = yx$$

مثال : برای بیان این که : «مساحت هر مثلث برابر است با نصف حاصل ضرب طول یک قاعده آن در ارتفاع نظیر آن قاعده.» می‌گوییم : یک مثلث دلخواه در نظر بگیرید و طول یک قاعده آن را  $a$  و ارتفاع نظیر آن قاعده را  $h$  بنامید، در این صورت :

$$\text{مساحت مثلث} = \frac{1}{2}ah$$



مثال : برای بیان این که : «حاصل ضرب دو عدد مثبت، عددی مثبت است.» می‌گوییم : دو عدد دلخواه مثبت انتخاب کنید و آن‌ها را  $x$  و  $y$  بنامید، در این صورت :

$$xy > 0$$

مثال : برای بیان این که : «حاصل جمع یک عدد مثبت با یک عدد دیگر، عددی بزرگ‌تر از عدد دوم می‌سازد.» می‌گوییم : دو عدد دلخواه انتخاب کنید و آن‌ها را  $z$  و  $w$  بنامید، فرض کنید  $z > 0$ ، در این صورت :

$$z + w > w$$

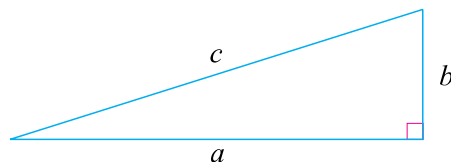
در موارد بسیاری لازم می‌شود که مطلبی را دربارهٔ سه عدد دلخواه بیان کنیم. در این حالت باید از سه نماد برای نشان دادن سه عدد دلخواه استفاده کنیم.

مثال : برای بیان این که «در جمع سه عدد، ترتیب جمع کردن به صورت جمع عدد اول با عدد دوم و سپس جمع با عدد سوم، یا جمع عدد دوم با عدد سوم و سپس جمع با عدد اول تغییری در نتیجه ایجاد نمی‌کند.» می‌گوییم : برای سه عدد  $x$ ،  $y$  و  $z$ ، داریم :

$$(x + y) + z = x + (y + z)$$

مثال : طبق قضیهٔ فیثاغورس «در هر مثلث قائم‌الزاویه، مربع طول وتر برابر است با مجموع مربعات طول دو ضلع دیگر.»، برای بیان این قضیه به زبان ریاضی، می‌گوییم : اگر طول اضلاع یک مثلث قائم‌الزاویه را  $a$  و  $b$  و  $c$  نشان دهیم و  $c$  طول وتر باشد، داریم :

$$a^2 + b^2 = c^2$$



به تساوی زیر توجه کنید :

$$(12 \times 23) \quad (12 \times 5) \quad (23 \times 5) \quad 12 \times (5 \times 23)$$

این تساوی نشان می‌دهد که برای محاسبه حاصل ضرب ۱۲ در مجموع دو عدد ۵ و ۲۳ می‌توانستیم ابتدا ضرب ۱۲ در ۵ و سپس ضرب ۱۲ در ۲۳ را انجام دهیم و حاصل‌ها را با هم جمع کنیم. این ویژگی خاص اعداد ۱۲، ۵ و ۲۳ نیست و برای اعداد دیگر هم می‌توانیم این عمل را انجام دهیم. این ویژگی را «خاصیت پخشی» عمل ضرب نسبت به عمل جمع می‌نامند. در فعالیت زیر درستی این ویژگی را به طور هندسی بررسی می‌کنیم.



### فعالیت

- ۱- مستطیلی رسم کنید و طول و عرض آن را با  $x$  و  $y$  نشان دهید.
- ۲- مستطیل دیگری رسم کنید که طول آن همان  $x$  ولی عرض آن عدد دیگری مانند  $z$  باشد.
- ۳- دو مستطیل بالا را به گونه‌ای کنار هم قرار دهید که یک مستطیل بزرگ‌تر ساخته شود.
- ۴- مساحت هریک از این دو مستطیل و مستطیل بزرگ‌تر ساخته شده را برحسب نمادهای انتخاب شده بنویسید.
- ۵- مساحت مستطیل بزرگ‌تر ساخته شده برابر مجموع مساحت‌های دو مستطیل اول است. این مطلب را با استفاده از نمادهای انتخاب شده بنویسید.
- ۶- رابطه به دست آمده بین اعداد مثبت  $x$ ،  $y$  و  $z$  را به زبان فارسی بیان کنید.

برای سه عدد  $x$ ،  $y$  و  $z$  داریم:  $x(y+z) = xy + xz$

اگر هر طرف تساوی بالا را داشته باشیم، می‌توانیم طرف دیگر را به دست آوریم. اگر ابتدا سمت چپ تساوی را داشته باشیم و سپس سمت راست تساوی را به دست آوریم، آن را «پخش کردن عمل ضرب روی عمل جمع» می‌نامند. اگر برعکس، ابتدا سمت راست تساوی را داشته باشیم، سپس سمت چپ تساوی را به دست آوریم، آن را «فاکتورگیری» می‌نامند و در این حالت در تساوی بالا می‌گوییم از  $x$  فاکتور گرفته‌ایم.



مستطیلی رسم کنید و روی طول آن یک نقطه انتخاب کنید. این نقطه، طول مستطیل را به دو پاره خط تقسیم می کند. طول این پاره خط ها را  $x$  و  $y$  و عرض این مستطیل را  $z$  بنامید.

۱- تساوی  $z(x + y) = zx + zy$  را روی شکل نشان دهید.

۲- روی عرض این مستطیل نیز نقطه ای انتخاب کنید. این نقطه هم، عرض مستطیل را به دو قسمت تقسیم می کند. طول این دو قسمت را با  $a$  و  $b$  نشان دهید و رابطه بین  $a$ ،  $b$  و  $z$  را بنویسید.

۳- تساوی  $z(x + y) = zx + zy$  را برحسب  $a$  و  $b$  بنویسید.

۴- درستی تساوی های زیر را در مستطیل رسم شده نشان دهید.

$$(a + b)(x + y) = a(x + y) + b(x + y) \quad (a + b)x = (a + b)y \quad ax + ay = bx + by$$

بنا به قرارداد، در عبارت هایی که عملیات جمع و ضرب انجام می شود، اگر ترتیب عملیات با پرانتز مشخص نشده باشد، ابتدا عملیات ضرب و تقسیم به ترتیب از چپ به راست انجام می شود، سپس عملیات جمع یا تفریق به ترتیب از چپ به راست انجام خواهد شد.

مثال : در عبارت  $4 \times 3 - 23 - 41 \times 2$  ابتدا ضرب  $4 \times 3$  در  $3$  و سپس ضرب  $41$  در  $2$  انجام می شود و دربی آن عبارت  $82 - 23 - 12$  ساخته می شود. سپس تفریق  $23 - 12$  انجام می شود و حاصل آن با  $82$  جمع می شود.  
مثال : در عبارت  $1 - 2 \div 4 \times 5 - 12$ ، ابتدا ضرب  $4 \times 5$  در  $5$  محاسبه و حاصل آن بر  $2$  تقسیم می شود که برابر  $10$  است. سپس تفریق  $10 - 12$  انجام می شود که حاصل  $(-2)$  است و آخر، تفریق  $1$  از  $(-2)$  انجام می شود که حاصل  $(-3)$  است.



ترتیب عملیات را در عبارت های زیر تعیین کنید.

۱)  $2 - 3 - 5$

۲)  $1 - 4 \times 6 - 3 - 5 \times 12$

۳)  $5 - 4 \div 2 - 14 \div 2 \times 7$

۴)  $x - yz$

۵)  $a - bx - c(x - a)$

۶)  $ab - cd - 2(x - 1)$



۱- در جمله‌های زیر، حروف  $a$ ،  $x$  و  $w$ ، نشان‌دهنده اعداد دلخواهی هستند. این جمله‌ها را به کوتاه‌ترین شکل به فارسی بنویسید.

(الف)  $(a-x)(a-x) a^2 x^2$

(ب)  $(aw)^2 a^2 w^2$

(ج) فرض کنید  $a < 1$ ، در این صورت  $a^2 < 1$ .

(د) فرض کنید  $a < 0$  و  $x < 0$  و  $a^2 x^2$ ، در این صورت  $a \cdot x$ .

(هـ) فرض کنید  $aw$ ، در این صورت  $a$  یا  $w$ .

۲- برای مقادیر زیر که برحسب اعداد دلخواه  $a$  و  $b$  نوشته شده‌اند، مثال هندسی بیاورید.

(الف)  $a^2$

(ب)  $2a \quad 2b$

(ج)  $a^2 \quad b^2 \quad 2ab$

(د)  $\frac{1}{2}(a+b)$

۳- چهار عدد مثبت دلخواه را با  $a$ ،  $b$ ،  $c$  و  $z$  نشان داده‌ایم، با رسم یک شکل نشان دهید  $z(a+b+c) = za + zb + zc$  بدون استفاده از شکل نیز درستی همین تساوی را نشان دهید.

۴- عبارت‌های زیر را با فاکتورگیری به شکل حاصل ضرب درآورید.

$$xa - xb, \quad x^2a - x^2b, \quad zy - xy, \quad ab^2 - cb^2, \quad a^2x^2 - ax^2, \quad x^2 - x$$

۵- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

$$6 \div 2 \times 3$$

$$6 - 6(3 - 3 \times 2)$$

$$\frac{4\frac{1}{3} - 2\frac{2}{3}}{2 + \frac{-2}{3} - 2\frac{1}{3}} =$$



# مجموعه ها



سال‌ها تصور می‌شد پلوتون جزء سیارات منظومه شمسی است. اخیراً انجمن جهانی نجوم اعلام نموده است که پلوتون عضوی از مجموعه سیارات منظومه شمسی نیست. با دقت در شکل بالا چه دلیلی برای توجیه این نقطه نظر می‌توان ارائه کرد؟

## مسئله گروه‌های دانش‌آموزی

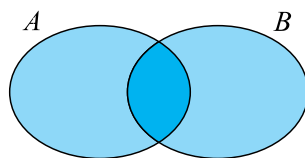
بسیاری از مفاهیم ریاضی از طریق حل مسائلی که بشر با آن روبه‌رو شده است به وجود آمده‌اند. شما نیز با حل مسائلی که با آن‌ها روبه‌رو می‌شوید می‌توانید مفاهیم جدید ریاضی را کشف کنید. محمد، دانش‌آموزی است که با حل مسئله‌ای که با آن روبه‌رو شده بود توانست نخست مفهوم مجموعه‌ها و سپس مطالب دیگر وابسته به مجموعه‌ها را به دست آورد.

محمد مدرسه خود را عوض کرده بود و وقتی وارد کلاس جدید شد، متوجه شد که در این کلاس دو گروه ورزشی یکی فوتبال و دیگری والیبال، تشکیل شده است. او فهمید، شرکت در این گروه‌ها داوطلبانه بوده و هرکس با میل خود می‌توانست عضو هر کدام از این دو گروه بشود یا نشود.

این گروه‌ها A و B نام‌گذاری شده بودند و هر گروهی با اعضایش مشخص می‌شد. محمد علاقه داشت بداند که هر کدام از این گروه‌ها چند عضو دارند. او با شمارش تعداد دانش‌آموزان کلاس فهمید که کلاس آن‌ها بدون خودش، ۳۶ دانش‌آموز دارد. ابتدا فکر کرد که تعداد اعضای گروه‌های A و B روی هم، همان ۳۶ نفر است، ولی زود متوجه شد که ممکن است برخی دانش‌آموزان در هیچ گروهی شرکت نکرده باشند.

او در زمان تمرین این گروه‌ها متوجه شد که ۴ نفر در هیچ کدام از این گروه‌ها شرکت نمی‌کنند و نتیجه گرفت تعداد اعضای گروه‌های A و B روی هم برابر ۳۲ - ۴ = ۲۸ است. محمد با شرکت در یکی از تمرین‌های گروه A فهمید تعداد اعضای گروه A، ۲۱ نفر است. او فکر کرد چون تعداد اعضای این دو گروه روی هم ۳۲ نفر است، پس گروه B، ۲۱ - ۳۲ = ۱۱ عضو دارد.

اما، یکی از افراد گروه B به محمد گفت که نتیجه‌گیری او اشتباه است و تعداد اعضای گروه B بیشتر از ۱۱ نفر است. محمد با کمی تأمل دریافت که نتیجه‌گیری او بر مبنای این فرض بوده است که دو گروه A و B عضو مشترکی ندارند در حالی که ممکن است برخی دانش‌آموزان خواسته باشند در هر دو گروه عضویت داشته باشند. محمد برای تشخیص وضعیت این دو گروه شکل زیر را رسم کرد.

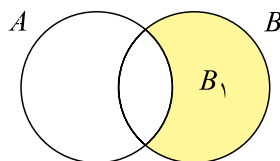


محمد از روی این شکل نتیجه گرفت، اطلاعات او برای یافتن تعداد اعضای گروه B کافی نیست و او باید تعداد اعضای مشترک بین این دو گروه را بداند.

محمد با شرکت مجدد در یکی از تمرین‌های گروه A فهمید ۶ نفر از آن‌ها عضو گروه B هم هستند. برای



حل این مسئله، محمد فکر کرد که می‌توانیم مسئله را به حالتی برگردانیم که دو گروه عضو مشترکی نداشته باشند و از راه حل قبلی استفاده کنیم. اعضای مشترک بین دو گروه را موقتاً از گروه B خارج می‌کنیم و گروه  $B_1$  را می‌سازیم.



گروه  $B_1$  و گروه A عضو مشترکی ندارند و اعضای گروه‌های  $B_1$  و A روی هم، اعضای گروه A و B روی هم هستند. پس گروه  $B_1$  به اندازه ۱۱ - ۲۱ = ۳۲ عضو دارد. بنابراین، گروه B به اندازه ۱۷ + ۶ = ۲۳ عضو دارد.

راه دیگری هم برای حل این مسئله به نظر محمد رسید. او تعداد اعضای گروه B را  $x$  نامید و گفت در شمارش تعداد اعضای دو گروه، اگر اعضای مشترک را یک بار به عنوان عضو A و یک بار به عنوان عضو B بشماریم، حاصل  $x$  ۲۱ است. اما، چون در این شمارش ۶ نفر دوبار شمرده شده‌اند، تعداد واقعی  $x$  ۶ - ۲۱ است. ولی تعداد واقعی اعضای دو گروه روی هم برابر ۳۲ بود، پس  $x$  ۶ - ۲۱ = ۳۲. از این تساوی نتیجه می‌شود  $x$  ۱۷.



تمرین در کلاس

- احمد و اکبر دانش‌آموزان یک مدرسه‌اند و هرکدام دوستانی در مدرسه دارند.
- ۱- تعداد دانش‌آموزان مدرسه ۱۴۲ نفر است که ۹۴ نفر از آنان نه دوست احمد هستند و نه دوست اکبر. دوستان احمد و دوستان اکبر روی هم چند نفرند؟
- ۲- اگر بدانید احمد ۲۳ دوست دارد، آیا می‌توانید بگویید اکبر چند دوست دارد؟
- ۳- اگر تعداد دوستان مشترک احمد و اکبر ۴ نفر باشد، آیا می‌توانید بگویید اکبر چند دوست دارد؟

## مجموعه ها

در حل مسئله گروه‌های دانش‌آموزی با دسته‌هایی از دانش‌آموزان روبه‌رو شدیم. در مسائل دیگر نیز دسته‌های دیگری از اشیا دیده می‌شوند. این دسته‌های مشخص شده از اشیا را مجموعه می‌نامند.

هر دسته مشخص شده از اشیا را یک مجموعه و آن اشیا را اعضای آن مجموعه می‌نامند.

مثال : در مسئله گروه‌های دانش‌آموزی، گروه‌های A و B هر کدام یک مجموعه بوده‌اند.

مثال : اعداد طبیعی یک رقمی یک مجموعه را تشکیل می‌دهند که آن را به صورت زیر نمایش می‌دهیم.

$$\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

مثال : دوستان حمید با هم یک مجموعه را می‌سازند که به آن مجموعه دوستان حمید می‌گوییم.

در زیر نمونه‌های دیگری از مجموعه‌ها را می‌بینید.

{علی، رضا، احمد، جواد، کریم، اصغر} تیم فوتبال مدرسه

{۲، ۴، ۸، ۶} مجموعه اعداد طبیعی یک رقمی زوج

{ا، ی، م، ک، گ، ل، س، ص، ع، ه، ح، ط، ر، د، و} مجموعه حروف الفبای فارسی بی نقطه

{عطارد، زهره، زمین، مریخ، مشتری، زحل، اورانوس، نپتون} مجموعه سیارات منظومه شمسی

لازم نیست که اعضای یک مجموعه ارتباط خاصی با هم داشته باشند. برای مثال به مجموعه زیر توجه کنید :

$$\{سعدی، حافظ، ۴، ۲، ۳۵، a، x، تهران\}$$

مثال : عبارت «انسان‌های قد بلند» مجموعه‌ای را مشخص نمی‌کند، زیرا چنین انسان‌هایی به طور دقیق مشخص

نشده‌اند و برای برخی انسان‌ها نمی‌توانیم بگوییم قد بلند هستند یا نه.

معمولاً، برای هر مجموعه‌ای نامی انتخاب می‌شود تا بهتر بتوان در مورد آن صحبت کرد.

مثال : در مسئله گروه‌های دانش‌آموزی نام‌های انتخاب شده برای دو گروه ورزشی، A و B بود.

مثال : اگر مجموعه اعداد طبیعی یک رقمی را D بنامیم، می‌نویسیم :  $D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

برای برخی از مجموعه‌های اعداد نیز نام‌های خاصی انتخاب شده است. مثلاً مجموعه اعداد طبیعی را با  $\mathbb{N}$

نشان می‌دهند؛ یعنی :

$$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$$

توجه داشته باشید که در بالا منظور از «...» ادامه اعداد طبیعی هستند که انتها ندارند. برای مجموعه اعداد

صحیح نیز نام  $\mathbb{Z}$  انتخاب شده است؛ یعنی :

$$\mathbb{Z} = \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$$

مجموعه اعداد گویا را با  $Q$  و مجموعه اعداد حقیقی را با  $\mathbb{R}$  نشان می دهند.  
 عضویت یک شیء در یک مجموعه را با استفاده از نماد « $\in$ » بیان می کنند. مثلاً برای بیان این که ۲ یکی از اعضای  $\mathbb{N}$  است می نویسیم:  $2 \in \mathbb{N}$  و این جمله را به صورت «۲ عضو  $\mathbb{N}$  است» می خوانیم. مثلاً:

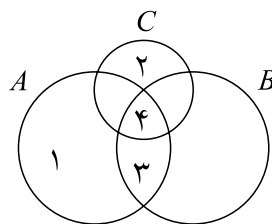
$$12 \in \mathbb{N}, 5 \in \mathbb{Z}, -\frac{3}{7} \in Q, \sqrt{11} \in \mathbb{R}$$

برای بیان این که شیئی عضو مجموعه ای نیست، از نماد « $\notin$ » استفاده می شود. مثلاً، برای بیان این که «۳» یک عدد طبیعی نیست، می نویسیم  $3 \notin \mathbb{N}$  و آن را به صورت «۳ عضو  $\mathbb{N}$  نیست» می خوانیم. مثلاً:

$$\frac{1}{2} \notin \mathbb{Z}, \sqrt{5} \notin Q, 8 \notin \mathbb{N}, \pi \notin Q$$



تمرین در کلاس



در شکل روبه رو وضعیت عضو بودن یا نبودن  
 عددهای ۱، ۲، ۳ و ۴ را نسبت به مجموعه های  
 $A$ ،  $B$  و  $C$  مشخص کنید.

آیا مجموعه ای وجود دارد که هیچ عضوی نداشته باشد؟ بلی، ریاضیدانان وجود چنین مجموعه ای را پذیرفته اند  
 و آن را مجموعه تهی نامیده اند و آن را با نماد  $\emptyset$  نشان می دهند.  
 مثال: مجموعه اعداد طبیعی بین  $3^\circ$  و  $4^\circ$  که بر  $21$  بخش پذیرند، مجموعه تهی است.

### تساوی مجموعه ها

برای مشخص کردن مجموعه ها راه های مختلفی وجود دارد. ممکن است دو مجموعه با دو روش مختلف  
 مشخص شده باشند ولی اعضای یکسانی داشته باشند، در این حالت گوییم دو مجموعه مساوی اند.  
 مثال: فرض کنید علی و حسن با یکدیگر دوست هستند. هر یک از آن ها تا امروز انواعی از غذاها را خورده اند.  
 مجموعه غذاهایی را که علی خورده است  $A$  و مجموعه غذاهایی را که حسن خورده است  $B$  می نامیم. اگر  
 بررسی کنیم و متوجه شویم که هر غذایی که علی خورده است، حسن هم خورده است و هر غذایی که حسن  
 خورده است، علی هم خورده است، دو مجموعه  $A$  و  $B$  اعضای یکسانی خواهند داشت و این دو مجموعه  
 مساوی اند و می نویسیم  $A=B$ .

در این مثال، اگر چه شیوه مشخص کردن اعضای دو مجموعه  $A$  و  $B$  با هم فرق داشت، ولی چون این دو مجموعه، اعضای یکسانی دارند با هم مساوی اند.

اگر هر عضو مجموعه  $A$  عضوی از مجموعه  $B$  و هر عضو مجموعه  $B$  عضوی از مجموعه  $A$  باشد، این دو مجموعه را مساوی می نامیم و می نویسیم  $A=B$ .

مثال : دو مجموعه  $A$  و  $B$  را به شکل زیر در نظر بگیرید :

$$\{1,2,6\} \quad \{1,2,2,6,6,6\}$$

در مجموعه سمت راست بالا، برای مشخص کردن اعضای مجموعه، برخی اعضا چند بار نوشته شده اند. این عمل عضو جدیدی به مجموعه اضافه نمی کند و مجموعه سمت راست با مجموعه سمت چپ مساوی است.

مثال :

$$A \quad \{1,2,6,8,12,19\}$$

$$B \quad \{19,6,1,2,8,12\}$$

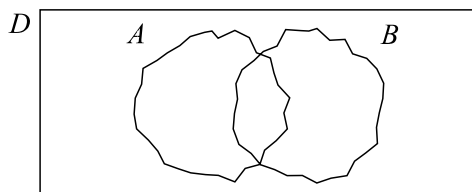
اعضای مجموعه های بالا با ترتیب های مختلفی نوشته شده اند. با این حال چون این دو مجموعه، اعضای یکسانی دارند با یکدیگر مساوی اند؛ یعنی  $A=B$ .

تمرین در کلاس



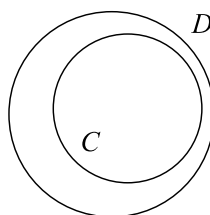
- ۱- جواد و حسین هر دو در یک مدرسه و در یک کلاس درس می خوانند، آیا مجموعه معلمین جواد با مجموعه معلمین حسین مساوی است؟
- ۲- آیا مجموعه اعداد اول یک رقمی با مجموعه اعداد فرد یک رقمی مساوی است؟
- ۳- مجموعه انسان هایی که در کره ماه زندگی می کنند، مساوی کدام مجموعه است؟

در مسئله گروه‌های دانش‌آموزی، اگر مجموعه کلیه افراد کلاس را با  $D$  نشان دهیم، وضعیت گروه‌های  $A$  و  $B$  نسبت به  $D$  چگونه است؟



هر عضو گروه یا مجموعه  $A$  یک دانش‌آموز کلاس است، پس عضوی از  $D$  است. در چنین حالتی گوئیم  $A$  زیرمجموعه  $D$  است. به همین ترتیب هر عضو  $B$  نیز عضوی از  $D$  است، پس  $B$  نیز زیرمجموعه‌ای از  $D$  است.

اگر  $C$  و  $D$  دو مجموعه باشند به طوری که هر عضو  $C$ ، عضو  $D$  نیز باشد، در این صورت گوئیم  $C$  یک زیرمجموعه  $D$  است.



برای بیان این که مجموعه  $C$  زیرمجموعه  $D$  است، می‌نویسیم « $C \subset D$ » و آن را چنین می‌خوانیم: « $C$  زیرمجموعه  $D$  است».

مثال: مجموعه اعداد طبیعی فرد یک رقمی زیرمجموعه‌ای از مجموعه اعداد طبیعی کمتر از ۱۰ است.

$$\{1, 3, 5, 7, 9\} \subset \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

مثال: مجموعه دانش‌آموزان کلاس شما، زیرمجموعه‌ای از مجموعه دانش‌آموزان مدرسه شما است.

مثال: مجموعه افرادی که در روستاهای ایران زندگی می‌کنند، زیرمجموعه‌ای است از مجموعه همه افرادی که در ایران زندگی می‌کنند.



- ۱- یک مجموعه ۳ عضوی بسازید و آن را  $A$  بنامید.
- ۲- از  $A$  یک عضو را حذف کنید و مجموعه جدید را  $B$  بنامید. وضعیت  $A$  و  $B$  نسبت به هم چگونه است؟
- ۳- عضو دیگری را به  $B$  اضافه کنید و مجموعه به دست آمده را  $C$  بنامید. وضعیت  $B$  و  $C$  نسبت به هم چگونه است؟ وضعیت  $A$  و  $C$  نسبت به هم چگونه است؟
- ۴- آیا ممکن است دو مجموعه، هر کدام زیر مجموعه دیگری باشد؟ چه وقت این اتفاق می افتد؟
- ۵- آیا ممکن است از دو مجموعه، هیچ کدام زیر مجموعه دیگری نباشد؟ مثال بزنید.
- ۶- آیا هر عدد طبیعی یک عدد صحیح است؟ وضعیت  $\mathbb{N}$  و  $\mathbb{Z}$  نسبت به هم چگونه است؟
- ۷- آیا هر عدد صحیح یک عدد گویا است؟ وضعیت  $\mathbb{Z}$  و  $\mathbb{Q}$  نسبت به هم چگونه است؟
- ۸- آیا هر عدد گویا یک عدد حقیقی است؟ وضعیت  $\mathbb{Q}$  و  $\mathbb{R}$  نسبت به هم چگونه است؟

مثال : کلیه زیرمجموعه های مجموعه  $\{a, b, c\}$  را  $A$  تعیین کنید.

برای به دست آوردن زیرمجموعه های یک مجموعه، می توانیم با شروع از خود مجموعه و حذف یک یک اعضای آن، در کلیه حالاتی که امکان پذیر است، تمام زیرمجموعه های آن مجموعه را به دست آوریم. برای مثال، تمام زیرمجموعه های  $\{a, b, c\}$  عبارت اند از :

$$\{a, b, c\}, \{b, c\}, \{a, c\}, \{a, b\}, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \emptyset$$

### مسائل



- ۱- در یک کلاس ۳۲ نفری، ۱۸ نفر در فوق برنامه های ورزشی و ۲۳ نفر در فوق برنامه های علمی شرکت کرده اند. اگر دو نفر در هیچ یک از دو فوق برنامه ورزشی و علمی شرکت نکنند، تعیین کنید چند نفر :  
(الف) در هر دو برنامه شرکت می کنند.  
(ب) فقط در یک فوق برنامه شرکت می کنند.
- ۲- با توجه به شکل زیر درستی یا نادرستی عبارت های زیر را تعیین کنید.

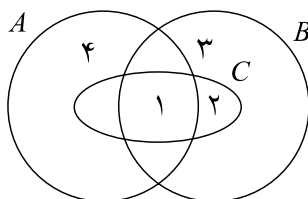
الف)  $2 \in B$

ب)  $4 \notin C$

ج)  $\{3\} \subset B$

د)  $\{3, 4\} \subset A$

هـ)  $C \subset B$



۳- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. ( $\mathbb{R}$  مجموعه اعداد حقیقی،  $Q$  مجموعه اعداد گویا،  $\mathbb{Z}$  مجموعه اعداد صحیح و  $\mathbb{N}$  مجموعه اعداد طبیعی)

$$2 \in \mathbb{N}, \frac{2}{3} \in Q, 2 \in \mathbb{Z}, \sqrt{2} \in Q, Q \subset \mathbb{Z}, \mathbb{Z} \subset \mathbb{R}$$

۴- دو مجموعه  $A = \{7, x, y\}$  و  $B = \{7, 2, 5\}$  مساوی هستند. مقدار  $xy$  را به دست آورید.

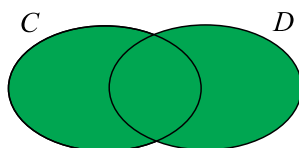
۵- معلم پرسید: آیا عبارت «چهار عدد زوج متوالی» یک مجموعه را نشان می‌دهد؟ دانش‌آموزی گفت بله، مثلاً  $\{2, 4, 6, 8\}$ . به نظر شما آیا پاسخ او صحیح بوده است؟ در صورت اشتباه بودن، علت اشتباه را توضیح دهید.



## اجتماع مجموعه ها

در مسئله گروه های دانش آموزی، اگر دو گروه A و B جلسه مشترکی تشکیل دهند، مجموعه ای از دانش آموزان تشکیل می شود که آن را اجتماع دو مجموعه A و B می نامند.

اگر C و D دو مجموعه باشند، مجموعه جدیدی را که اعضای آن متشکل از اعضای این دو مجموعه با هم است، اجتماع C و D می نامند و با CUD نشان می دهند.



CUD، مجموعه اشیا است که عضو C یا عضو D هستند.

مثال: معلم جغرافی از رضا و احمد خواست درباره شهرهایی که به آن سفر کرده اند گزارشی بنویسند. اگر رضا به شهرهای اصفهان، زنجان، اردبیل، اهواز و تهران سفر کرده باشد و احمد شهرهای اصفهان، خرم آباد، تبریز، سنندج و اهواز را دیده باشد، معلم جغرافی در مورد کدام شهرها از این دو نفر گزارش دریافت کرده است؟ جواب این سؤال، اجتماع مجموعه شهرهایی است که رضا و احمد به آن ها سفر کرده اند. اگر مجموعه شهرهایی که رضا دیده است را با A و مجموعه شهرهایی که احمد دیده است را با B نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$A \cup B = \{\text{اهواز, سنندج, تبریز, خرم آباد, اصفهان}\} \cup \{\text{تهران, اهواز, اردبیل, زنجان, اصفهان}\} \\ = \{\text{سنندج, تبریز, خرم آباد, تهران, اهواز, اردبیل, زنجان, اصفهان}\}$$

مثال: اجتماع مجموعه اعداد طبیعی یک رقمی زوج و مجموعه اعداد طبیعی کمتر از ۲۰ را که بر ۳ بخش پذیرند به دست آورید.

$$\{2, 4, 6, 8\} \cup \{3, 6, 9, 12, 15, 18\}$$

تست درک مطلب



۱- اگر  $A = \{1, 5, 9\}$  و  $B = \{5, 7, 9\}$ ، درستی جملات زیر را نشان دهید.

الف)  $A \cup A = A$

ب)  $A \cup B = B \cup A$

ج)  $B \subset (A \cup B)$  و  $A \subset (A \cup B)$

۲- یک مجموعه C معرفی کنید به طوری که  $A \subset C$  و  $B \subset C$ . نشان دهید  $(A \cup B) \subset C$ .

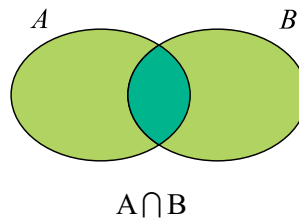
۳- اگر به جای مجموعه های بالا، مجموعه های دیگری قرار می دادیم، آیا باز هم روابط بالا درست بودند؟ درستی پاسخ خود را با رسم شکل نشان دهید.



## اشتراک مجموعه‌ها

در مسئله گروه‌های دانش‌آموزی دیدیم که افراد مشترک بین دو گروه A و B نقش مهمی در حل مسئله داشتند. مجموعه این افراد مشترک را اشتراک آن دو مجموعه می‌نامند.

برای دو مجموعه A و B، مجموعه‌اشیایی را که هم عضو A و هم عضو B هستند، اشتراک A و B می‌نامند و با  $A \cap B$  نشان می‌دهند.



مثال: اشتراک مجموعه اعداد اول یک رقمی و اعداد طبیعی زوج یک رقمی،  $\{2\}$  است.

$$\{2, 3, 5, 7\} \cap \{2, 4, 6, 8\} = \{2\}$$

مثال: اگر A مجموعه همه ایرانی‌ها و B مجموعه همه ریاضی‌دانان جهان باشد،  $A \cap B$  مجموعه همه ایرانی‌های ریاضی‌دان است.

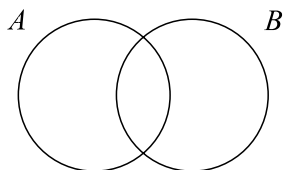
مثال: اگر A مجموعه همه انسان‌ها و B مجموعه همه موجودات آبی باشد،  $A \cap B$  هیچ عضوی ندارد و برابر مجموعه تهی است، یعنی  $A \cap B = \emptyset$ .

دو مجموعه ناتهی را که اشتراک آن‌ها مجموعه تهی است، دو مجموعه مجزا یا جدا از هم می‌نامند.

مثال: مجموعه دانش‌آموزان کلاس اول ابتدایی و مجموعه دانش‌آموزان دبیرستانی، دو مجموعه مجزا هستند.



۱- با توجه به شکل زیر، درستی یا نادرستی هر یک از جملات ریاضی زیر را تعیین کنید.



- |   |  |   |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> $(A \cap B) \subset A$ | <input type="checkbox"/> $(A \cap B) = (B \cap A)$       | <input type="checkbox"/> $A \subset (A \cap B)$ |
| <input type="checkbox"/> $A \subset (A \cup B)$ | <input type="checkbox"/> $(A \cap B) \subset (A \cup B)$ | <input type="checkbox"/> $(A \cap B) \supset A$ |

۲- برای هر یک از جملات ریاضی زیر یک شکل رسم کنید.

الف)  $A \cap B = \emptyset$

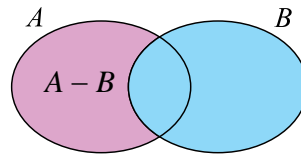
ب)  $A \subset B \subset C$

ج)  $A \cap C = \emptyset, A \cap B \neq \emptyset, B \cap C \neq \emptyset$

## تفاضل مجموعه‌ها

مجموعه دانش‌آموزان سال اول یک دبیرستان را با  $A$  و مجموعه دانش‌آموزان آن دبیرستان که قد آن‌ها بلندتر از  $۱۷۰$  سانتی‌متر است، را با  $B$  نشان داده‌اند. یک روز برای انتخاب اعضای تیم بسکتبال، مربی ورزش همه دانش‌آموزان با قد بیش از  $۱۷۰$  سانتی‌متر را در حیاط نگاه داشت. بنابراین، دانش‌آموزانی که آن روز در کلاس اول دبیرستان حاضر بودند، آن‌هایی بودند که عضو مجموعه  $A$  بودند ولی عضو مجموعه  $B$  نبودند. مجموعه‌ای را که به این شکل ساخته می‌شود تفاضل  $B$  از  $A$  می‌نامند.

برای دو مجموعه  $A$  و  $B$ ، مجموعه‌اشیایی را که در  $A$  هستند، ولی در  $B$  نیستند، تفاضل  $B$  از  $A$  می‌نامند و با  $A - B$  نشان می‌دهند.



مثال: به یاد دارید که در مسئله گروه‌های دانش‌آموزی، برای محاسبه تعداد اعضای گروه  $B$ ، آن دسته از اعضای  $A$  را که در  $B$  بودند، از گروه  $B$  حذف کردیم و گروه  $B_1$  را ساختیم. این عمل همان تفاضل مجموعه  $A$  از مجموعه  $B$  بود و  $A - B$ .

مثال:

$$\{a, b\} - \{b\} = \{a\}, \quad \{x, y, z\} - \{a, b\} = \{x, y, z\}, \quad \{b\} - \{b\} = \emptyset$$

مثال: سه مجموعه  $A$ ،  $B$  و  $C$  را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$A = \{a, c, d, f, q\}, \quad B = \{a, f, t, w, z\}, \quad C = \{1, 4, 7\}$$

چند نمونه از تفاضل این مجموعه‌ها به شکل زیر است:

$$A - B = \{c, d, q\}$$

$$B - A = \{t, w, z\}$$

$$A - C = \{a, c, d, f, q\} - A$$

مثال: اگر  $A$  مجموعه اعداد طبیعی کمتر از  $۲۰$  باشد که بر  $۲$  بخش پذیرند و  $B$  مجموعه اعداد طبیعی کمتر از  $۱۰۰$  باشد که بر  $۴$  بخش پذیرند، آن‌گاه  $A - B$  مجموعه اعداد طبیعی کمتر از  $۲۰$  است که زوج هستند ولی بر  $۴$  بخش پذیر نیستند.

$$A - B = \{۲, ۶, ۱۰, ۱۴, ۱۸\}$$

مثال: اگر  $A$  مجموعه دانش آموزان دبیرستان شما و  $B$  مجموعه دانش آموزان دبیرستانی در ایران باشد،  $A \subset B$  مجموعه تهی است و  $A \cap B$  مجموعه همه دانش آموزان دبیرستانی خارج از مدرسه شما است.

مثال: اگر  $A$  مجموعه ایرانی هایی باشد که تحصیلات آن ها بالای دیپلم است و  $B$  مجموعه کارگران ایرانی باشد،  $A \cap B$  مجموعه ایرانی های با تحصیلات بالای دیپلم است که کارگر نیستند و  $A \setminus B$  مجموعه کارگران ایرانی با تحصیلات دیپلم یا زیر دیپلم است.

مثال:  $\mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$  مجموعه اعداد گنگ است.  $\mathbb{R} \setminus \{0\}$  مجموعه اعداد حقیقی مخالف صفر است.

توجه کنید  $\mathbb{R} \setminus \{0\}$  را به صورت  $\mathbb{R} \setminus 0$  ننویسید.

### مسائل



۱- مجموعه های زیر را در نظر بگیرید.

$X = \{\text{ایلام، پاره، اردبیل، سنندج، کرمانشاه، آبادان، زابل، زاهدان، تبریز، ارومیه، بوشهر، بندرعباس}\}$

$A$  مجموعه شهرهای شمال غربی ایران

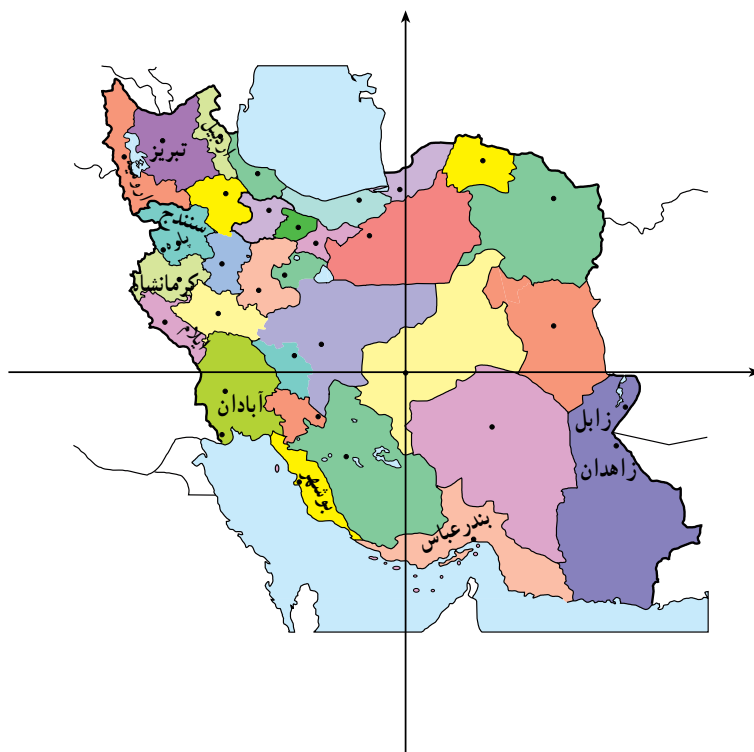
$B$  مجموعه شهرهای جنوب شرقی ایران

$C$  مجموعه شهرهای جنوب غربی ایران

$D$  مجموعه شهرهای غربی ایران

$E$  مجموعه شهرهای جنوبی ایران

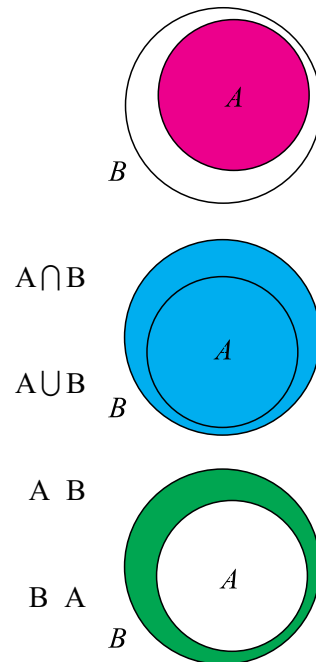
مجموعه های  $A \cap X$ ،  $B \cap X$ ،  $C \cap X$ ،  $D \cap X$  و  $E \cap X$  را با اعضای آن ها مشخص کنید.



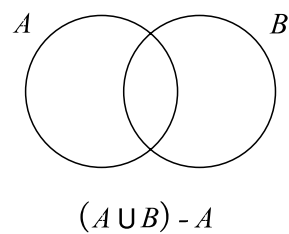
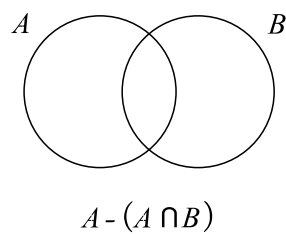
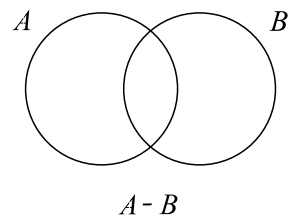
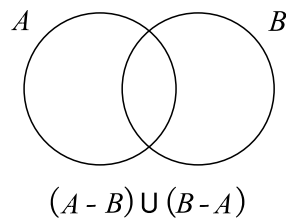
۲- اگر  $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  و  $B = \{3, 4, 5, 6\}$  حاصل هریک از عبارات زیر را به دست آورید.

الف)  $A \cup B$       ب)  $A \cap B$       ج)  $A \setminus B$       د)  $B \setminus A$   
 هـ)  $(A \cup B) \setminus (A \cap B)$       و)  $[(A \setminus B) \cup (B \setminus A)] \cup (A \cap B)$

۳- هریک از مجموعه‌های داده شده در سمت چپ را در صورت وجود نمودار نظیر برای آن، به نمودار نظیرش وصل کنید.

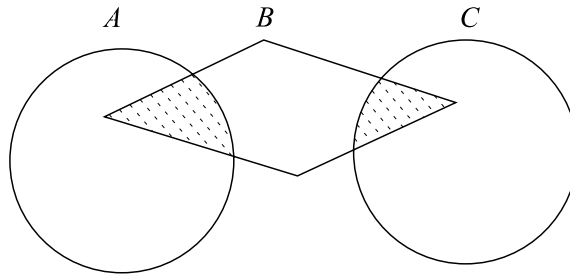


۴- مجموعه‌های داده شده را با هاشور زدن مشخص کنید.



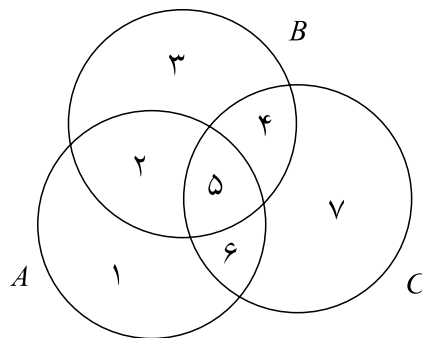
۵- کدام یک از مجموعه‌های زیر، قسمت‌های هاشور خورده شکل را نشان می‌دهد؟

- ☐  $A \cap B \cap C$
- ☐  $(A \cap B) \cup (C \cap B)$
- ☐  $(A \cup C) \cap B$
- ☐  $B \cap (A \cup C)$



۶- با توجه به شکل بگویید کدام یک از مجموعه‌های زیر نشان‌دهنده  $(A \cap B) \cup (B \cap C)$  است.

- ☐  $\{1, 6\}$
- ☐  $\{1, 2, 3, 4, 6\}$
- ☐  $\{1, 6, 5, 4\}$



۷- اگر داشته باشیم  $A = \{2, 7, 11, 13, 17\}$  و  $B = \{3, 6, 11, 13, 17\}$ ، مجموعه  $A \cap B$  را بنویسید. دانش‌آموزی این مسئله را چنین حل کرده است:

$$A \cap B = \{2, 7, \cancel{11}, \cancel{13}, \cancel{17}\} \cap \{3, 6, \cancel{11}, \cancel{13}, \cancel{17}\} = \{2, 3, 6, 7\}$$

در حل این مسئله چه اشتباهی رخ داده است؟ پاسخ درست چیست؟



## مجموعه های متناهی و نامتناهی

$\{a\}$  یک عضو و  $\{1, 5\}$  دو عضو دارد. مجموعه اعداد طبیعی یک رقمی ۹ عضو دارد. مجموعه حروف الفبای فارسی ۳۲ عضو دارد. اگر تعداد اعضای یک مجموعه محدود باشد و عمل شمارش آن‌ها سرانجام به انتها برسد، گوئیم آن مجموعه متناهی است؛ در غیر این صورت گوئیم آن مجموعه نامتناهی است.

مثال: مجموعه سیارات منظومه شمسی متناهی است و تعداد اعضای آن ۸ است.

مثال: مجموعه اعداد طبیعی زوج کمتر از ۹ متناهی است و تعداد اعضای آن ۴ است.

مثال: مجموعه اعداد طبیعی زوج متناهی نیست.

مجموعه تهی نیز متناهی محسوب می شود و تعداد اعضای آن صفر است. برخی مجموعه ها، اگرچه متناهی هستند، ولی تعداد اعضای آن‌ها را نمی دانیم. به عنوان مثال، مجموعه مورچگان کره زمین، یا مجموعه اتم های موجود در جو متناهی هستند، اما مجموعه های بزرگی هستند و تعداد اعضای آن‌ها را نمی دانیم.

توجه داشته باشید که ملاک متناهی بودن یک مجموعه توانایی عملی ما برای شمارش تعداد اعضای آن‌ها نیست. برای تشخیص متناهی بودن یک مجموعه کافی است بدانیم که اگر امکان شمارش اعضای آن مجموعه را داشته باشیم و به اندازه کافی وقت صرف کنیم، می توانیم کل اعضای آن مجموعه را شمارش کنیم. مثلاً اگر امکان شمارش مورچه های کره زمین را داشته باشیم، پس از صرف قرن ها، حتماً تمام مورچه ها را می توانیم بشماریم. مجموعه های نامتناهی مجموعه هایی هستند که اگر یکی یکی اعضای آن‌ها را از مجموعه خارج کنیم، این عمل هیچ گاه به آخر نمی رسد. به عنوان مثال،  $\mathbb{N}$ ،  $\mathbb{Z}$ ،  $\mathbb{Q}$  و  $\mathbb{R}$  نامتناهی هستند. مثلاً، اگر از مجموعه  $\mathbb{N}$  یکی یکی اعضای آن را خارج کنیم، هر چه قدر هم که وقت صرف کنیم، نهایتاً تعداد محدودی از اعضای  $\mathbb{N}$  را خارج کرده ایم و هنوز تعداد بسیار دیگری از اعضای  $\mathbb{N}$  باقی می ماند.



تمرین در کلاس

۱- اگر  $n$  یک عدد طبیعی و  $A$  مجموعه اعداد طبیعی کمتر از  $n$  باشد،  $A$  متناهی است یا نامتناهی؟ دلیل خود را بیان کنید.

۲- اگر  $A$  مجموعه ای متناهی و  $B \subset A$ ، آیا  $B$  متناهی است یا نامتناهی؟ دلیل خود را بیان کنید.

۳- مجموعه اعداد گویای بین  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{2}{3}$  متناهی است و یا نامتناهی؟ دلیل خود را بیان کنید.

## مشخص کردن مجموعه ها

برای مشخص کردن یک مجموعه باید عضوهای آن مجموعه را معرفی کنیم. در صورتی که تعداد عضوهای یک مجموعه کم باشد، می توان اعضای آن مجموعه را یکی یکی معرفی کرد. این عمل با نوشتن اعضای آن مجموعه بین  $\{\}$  انجام می شود. مثلاً، مجموعه های زیر با همین روش معرفی شده اند:

$$C = \{0, -4, 8, \sqrt{23}\} \quad \text{و} \quad B = \{\text{رودکی، سعدی، مولوی، فردوسی}\} \quad \text{و} \quad A = \{a, b, c\}$$

اما اگر یک مجموعه نامتناهی باشد، با تعداد اعضای مجموعه ای بسیار زیاد باشد، نمی توان از روش بالا استفاده کرد. در این صورت یک روش دیگر برای مشخص کردن اعضای یک مجموعه، پیدا کردن یک ویژگی مشترک بین اعضای آن مجموعه است تا از طریق آن، اعضای آن مجموعه مشخص شوند.

برای مثال، برای مشخص کردن مجموعه اعداد طبیعی دو رقمی، می توانیم آن ها را مجموعه ای از اعداد طبیعی در نظر بگیریم که از ۱۰۰ کوچک تر و از ۹ بزرگ ترند. اگر این مجموعه را  $E$  بنامیم این مطلب را به دو صورت زیر می توانیم بنویسیم:

$$E = \{x \in \mathbb{N} \mid x > 9 \text{ و } x < 100\} \quad \text{و} \quad \{x \mid 9 < x < 100 \text{ و } x \in \mathbb{N}\}$$

جمله بالا به این صورت خوانده می شود: « $E$  مجموعه ای از اعداد طبیعی است که از ۹ بزرگ تر و از ۱۰۰ کوچک ترند.»

مثال: مجموعه اعداد حقیقی مثبت را می توانیم به صورت  $\{x \in \mathbb{R} \mid 0 < x\}$  بنویسیم.

مثال: اگر مجموعه اعداد گویایی را که قدر مطلق آن ها از ۵ کم تر است با  $D$  نشان دهیم، داریم:

$$D = \{r \in \mathbb{Q} \mid r < 5\}$$

یک روش دیگر برای مشخص کردن مجموعه ها، معرفی شکل کلی عضوهای آن مجموعه است. برای مثال، هر عدد طبیعی زوج به شکل  $2k$  است، که  $k$  یک عدد طبیعی است. با این روش مجموعه اعداد طبیعی زوج را به شکل زیر می نویسیم:

$$\{2k \mid k \in \mathbb{N}\}$$

عبارت بالا به صورت «مجموعه اعداد به شکل  $2k$  که  $k$  در  $\mathbb{N}$  قرار دارد» خوانده می شود.

مثال: مجموعه اعداد طبیعی فرد عبارت است از  $\{x \mid x = 2k + 1, k \in \mathbb{N}\}$ .

مثال: مجموعه اعداد طبیعی مجذور کامل عبارت است از  $\{n^2 \mid n \in \mathbb{N}\}$ .





۱- متناهی بودن یا نامتناهی بودن مجموعه‌های زیر را مشخص کنید.

الف)  $A = \{4n \mid n \in \mathbb{N}\}$ .

ب) مجموعه اعداد طبیعی  $100$  رقمی.

ج) مجموعه اعداد اول.

د) مجموعه اعداد اعشاری بین  $0/1$  و  $0/3$ .

هـ) مجموعه اعداد صحیح بین  $1000$  و  $10000$ .

۲- هریک از مجموعه‌های زیر را با نوشتن اعضای آن مشخص کنید.

الف)  $A = \{\frac{1}{x} \mid x \in \mathbb{N}, x < 5\}$

ب)  $B = \{x \mid x \in \mathbb{Z}, 2 < x < 4\}$

ج)  $C = \left\{ \frac{x^2}{1+x^2} \mid x \in \mathbb{Z}, 1 < x < 3 \right\}$

۳- هریک از مجموعه‌های زیر را با نماد (علائم) ریاضی بنویسید.

الف)  $A = \{2, 4, 8, 16, 32, \dots\}$

ب)  $B = \{3, 6, 9, 12, 15, 18\}$

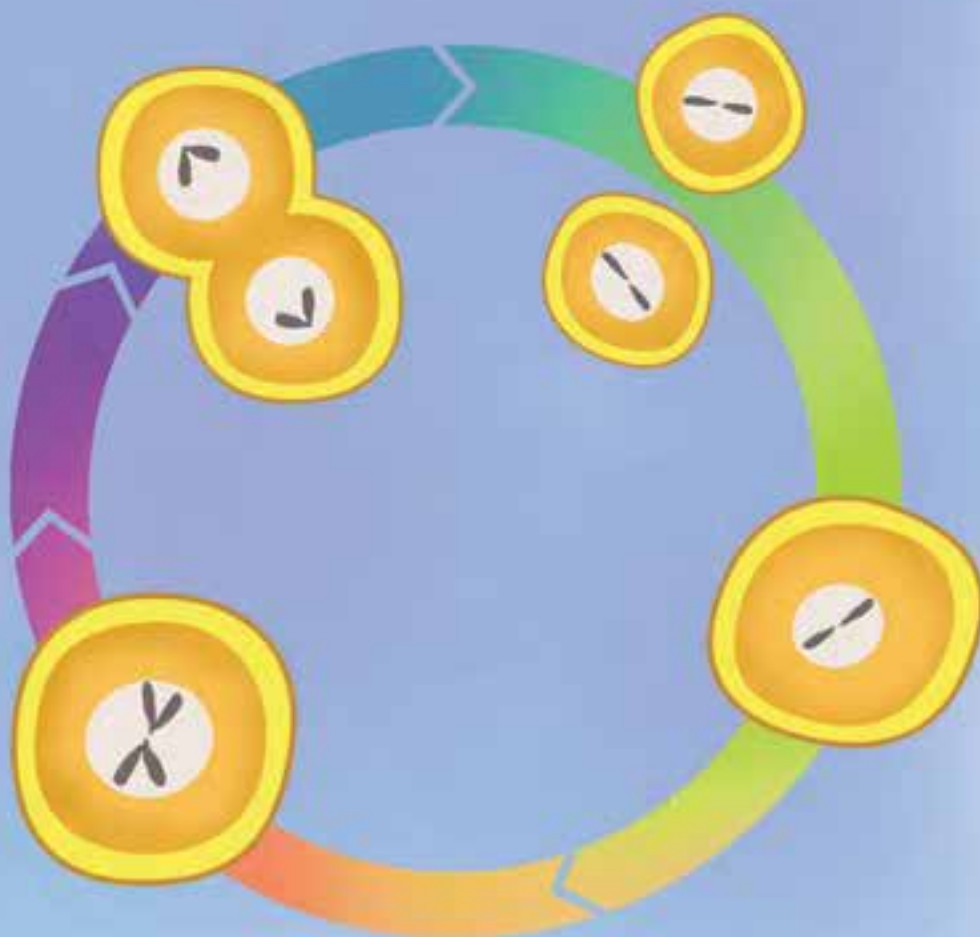
۴- هریک از مجموعه‌های زیر را با نماد ریاضی بنویسید و با نوشتن اعضای آن، آن‌ها را مشخص کنید.

الف) مجموعه اعداد صحیحی که دو برابر آن‌ها بزرگتر از  $4$  و کوچک‌تر از  $5$  است.

ب) مجموعه اعداد صحیحی که قدر مطلق آن‌ها برابر  $2$  است.



# توان رسانی و ریشه گیری



سلول ها با تقسیمات متوالی خود، جانداران را شکل می دهند. یک جاندار کوچک از میلیاردها سلول تشکیل شده است.

فکر می کنید چه قدر طول می کشد تا از یک سلول یک جاندار کوچک به وجود آید؟

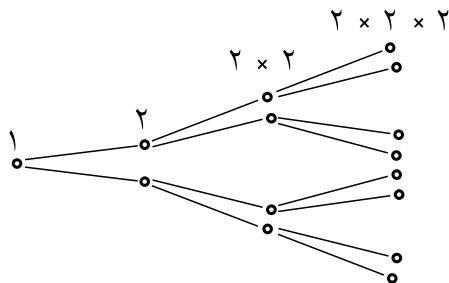
## توان رسانی و قواعد آن

شما با توان و به توان رساندن اعداد در دوره راهنمایی آشنا شده‌اید. در این بخش، علاوه بر یادآوری مطالب قبلی با نکات جدیدی در توان، آشنا خواهید شد.

فعالیت



در علوم و زیست‌شناسی خوانده‌اید که رشد موجودات تک سلولی به گونه‌ای است که در یک واحد زمانی هر موجود تک سلولی به دو سلول تقسیم می‌شود و این تقسیم‌شدن ادامه پیدا می‌کند. شکل و جدول زیر با شروع از یک تک سلول، تعداد این سلول‌ها را پس از چند واحد زمانی نشان می‌دهد.



واحد زمانی	۰	۱	۲	۳	۴
تعداد	۱	۲	۴	?	?

۱- جدول بالا را تکمیل کنید.

۲- پس از ۷ واحد زمانی چند موجود تک سلولی تولید می‌شود؟ این تعداد را به صورت عدد توان‌دار نشان دهید.

۳- پس از چند واحد زمانی تعداد موجودات تک سلولی به ۳۲ عدد می‌رسد؟ روش یافتن جواب خود را توضیح دهید.

اگر بخواهیم عددی را چند بار در خود ضرب کنیم، برای خلاصه‌نویسی این عمل ضرب، از نماد توان استفاده می‌کنیم. برای مثال:

$$3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 3^5$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^5$$

$$\sqrt{5} \times \sqrt{5} \times \sqrt{5} = (\sqrt{5})^3$$

اگر  $a$  یک عدد حقیقی و  $n > 1$  یک عدد طبیعی باشد، داریم:

$$a^n = \overbrace{a \times \dots \times a}^n$$

بنا به تعریف  $a^1 = a$ .

قسمت (۳) فعالیت صفحه قبل نشان می دهد که نمایش اعداد به صورت توانی علاوه بر ساده نویسی مزایای دیگری هم در حل مسائل دارد. در نمایش توانی اعداد، عددی که در خودش ضرب می شود را پایه و تعداد دفعاتی که آن عدد در عمل ضرب نوشته می شود را توان می نامند.



### فعالیت

به تساوی های زیر توجه کنید.

$$5^6 \quad 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \quad (5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5) \times 5 \quad 5^5 \times 5^1$$

$$5^6 \quad (5 \times 5 \times 5 \times 5) \times (5 \times 5) \quad 5^4 \times 5^2$$

۱- با توجه به تساوی های بالا به جای نقطه چین عدد مناسب بنویسید.

$$5^6 \quad 5^5 \times \dots \quad 5^4 \times \dots \quad 5^3 \times \dots \quad 5^2 \times \dots \quad 5^1 \times \dots$$

۲- تساوی های بالا را برای عدد  $7^4$  بنویسید.

۳- در زیر، به جای نقطه چین مقدار مناسب قرار دهید.

$$8^5 \quad 8^3 \times 8^2 \quad 8^4 \times \dots \quad \dots \times 8^2 \quad \dots \times 8^1$$

$$\dots \quad 3^4 \times \dots \quad 3^5 \times 3^3 \quad 3^2 \times \dots \quad \dots \times 3^1$$

$$\dots = \left(\frac{2}{5}\right)^2 \times \left(\frac{2}{5}\right)^8 = \left(\frac{2}{5}\right)^3 \times \dots = \left(\frac{2}{5}\right)^4 \times \dots = \left(\frac{2}{5}\right)^5 \times \dots$$

$$a^v \quad a^6 \times \dots \quad \dots \times a^2 \quad a^5 \times \dots \quad \dots \times a^1$$

$$\dots \quad b^4 \times b^5 \quad b^2 \times \dots \quad \dots \times b^6 \quad \dots \times b^1$$

از فعالیت بالا نتیجه می شود که اگر  $n$  و  $m$  دو عدد طبیعی و  $a$  یک عدد حقیقی باشد داریم:

$$a^{n+m} = a^n \times a^m$$

توجه کنید

در حالت کلی  $a^n \times a^m \neq a^{n+m}$



### تمرین در کلاس

حاصل عبارت های زیر را به صورت یک عدد توان دار بنویسید.

(ج)  $9 \times 3^4$

(ب)  $2^6 \times 2^7$

(الف)  $\overbrace{4 \times 4 \times \dots \times 4}^{50}$

(هـ)  $3^2 \times 3^4 \times 3^5 \quad (3^2 \times 3^4) \times 3^5$

(د)  $\left(\frac{1}{2}\right)^3 \times \left(\frac{2}{5}\right)^4$

(ز)  $a^m \times a^n \times a^k$

(و)  $a^2 \times a^3 \times a^4$

اگر یک عدد طبیعی بزرگ‌تر از ۱ را به صورت حاصل ضرب دو یا چند عدد طبیعی بزرگ‌تر از ۱ بنویسیم،  
گوئیم آن عدد را تجزیه کرده‌ایم. برای مثال، ۲۴ را می‌توانیم به شکل‌های زیر تجزیه کنیم:

$$24 = 3 \times 8 = 6 \times 4 = 12 \times 2 = 3 \times 2^3$$

به تساوی‌های زیر توجه کنید:

$$4^5 \div 4^2 = \frac{4^5}{4^2} = \frac{4^3 \times 4^2}{4^2} = 4^3 = 4^{5-2}$$

$$9^{12} \div 9^7 = \frac{9^{12}}{9^7} = \frac{9^5 \times 9^7}{9^7} = 9^5 = 9^{12-7}$$

تساوی‌های بالا در حالت کلی هم برقرارند. برای یک عدد مخالف صفر  $a$  و دو عدد طبیعی  $m$  و  $n$  که  $m > n$ ،  
در تقسیم  $a^m$  بر  $a^n$  داریم:

$$a^m \div a^n = \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

به تساوی‌های زیر توجه کنید:

$$\begin{aligned} 3^5 &= (6 \times 5)^3 = (6 \times 5) \times (6 \times 5) \times (6 \times 5) = (6 \times 6 \times 6) \times (5 \times 5 \times 5) = 6^3 \times 5^3 \\ 3^5 &= (10 \times 3)^3 = (10 \times 3) \times (10 \times 3) \times (10 \times 3) = (10 \times 10 \times 10) \times (3 \times 3 \times 3) \\ &= 10^3 \times 3^3 \end{aligned}$$

تساوی‌های بالا در حالت کلی هم برقرارند. اگر  $a$  و  $b$  دو عدد حقیقی و  $n$  یک عدد طبیعی باشد داریم:

$$(ab)^n = a^n \times b^n$$

به تساوی‌های زیر توجه کنید:

$$12^3 \div 4^3 = \frac{12^3}{4^3} = \frac{12 \times 12 \times 12}{4 \times 4 \times 4} = \frac{12}{4} \times \frac{12}{4} \times \frac{12}{4} = \left(\frac{12}{4}\right)^3$$

$$25^4 \div 16^4 = \frac{25^4}{16^4} = \frac{25 \times 25 \times 25 \times 25}{16 \times 16 \times 16 \times 16} = \frac{25}{16} \times \frac{25}{16} \times \frac{25}{16} \times \frac{25}{16} = \left(\frac{25}{16}\right)^4$$

تساوی‌های بالا در حالت کلی هم برقرارند. برای دو عدد  $a$  و  $b$  ( $b$  مخالف صفر است) و عدد طبیعی  $n$ ، در  
تقسیم  $a^n$  بر  $b^n$  داریم:

$$a^n \div b^n = \frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$$



۱- حاصل عبارت‌های زیر را به صورت یک عدد توان‌دار بنویسید.

$$۱) ۶^{۱۵} \div ۶^۸$$

$$۲) \left(\frac{1}{4}\right)^7 \div (5/2)^3$$

$$۳) a^5 \div a^3$$

$$۴) 4^3 \times 5^2$$

$$۵) \left(\frac{1}{3}\right)^4 \times 5^4$$

$$۶) 8a^2$$

$$۷) 27 \times 5^2$$

$$۸) 6^2 \div 2^2$$

$$۹) 2^7 \div \left(\frac{1}{3}\right)^7$$

$$۱۰) \frac{4^5 \times 2^5}{8^2}$$

$$۱۱) \frac{16a^4}{3^4}$$

$$۱۲) a^3 \times \frac{8b^3}{27}$$

توجه کنید!

در حالت کلی

$$a^x \cdot b^x \neq (a \cdot b)^x$$

و

$$a^x \cdot b^y \neq (a \cdot b)^x$$

۲- در هر یک از دو عبارت  $3^2$  و  $4^2$  و  $(3^2)^4$  مشخص کنید، آیا ابتدا عمل جمع انجام می‌شود یا عمل به توان رساندن.

۳- با به دست آوردن مقدارهای  $3^2$  و  $4^2$  و  $(3^2)^4$  مشخص کنید که این دو مقدار مساوی‌اند یا نه.

۴- دو سؤال بالا را برای دو عبارت  $3^2$  و  $4^2$  و  $(3^2)^4$  نیز جواب دهید.



## فعالیت

به تساوی‌های زیر توجه کنید:

$$(5^3)^2 \quad 5^3 \times 5^3 \quad 5^{3 \times 2} \quad 5^{2 \times 3}$$

$$(14^9)^4 \quad 14^9 \times 14^9 \times 14^9 \times 14^9 \quad 14^{9 \times 4} \quad 14^{4 \times 9}$$

۱- با توجه به تساوی‌های بالا، در زیر، به جای نقطه چین‌ها مقدار مناسب قرار دهید.

$$(2^3)^4 \quad 2^3 \times \dots \times \dots \times \dots \quad 2^3 \dots \dots \dots 2^{3 \times \dots}$$

$$(a^4)^2 \quad a^4 \times \dots \times \dots \quad a^4 \dots \dots \dots a^{4 \times \dots}$$

$$(a^n)^4 \quad a^n \times \dots \times \dots \times \dots \quad a^n \dots \dots \dots a^{n \times \dots}$$

از فعالیت بالا نتیجه می‌شود برای عدد  $a$  و دو عدد طبیعی  $n$  و  $m$ ، اگر  $a^n$  را به توان  $m$  برسانیم داریم:

$$(a^n)^m = a^{nm}$$



- ۱- عدد  $27^5$  را به صورت یک عدد توان دار با پایه ۳ بنویسید.
- ۲- حاصل هر یک از عبارت های زیر را به صورت یک عدد توان دار بنویسید.  
الف)  $2^6 \times (2^3)^4$       ب)  $3^5 \times 27^2$       ج)  $(a^5)^3 \times (b^2)^5$
- ۳- حاصل عبارت های  $(2^2)^3$  و  $2^{(2^2)}$  را به دست آورید و با هم مقایسه کنید.

توجه کنید

در حالت کلی

$$(a^n)^m \neq a^{(n^m)}$$

فعالیت



- ۱- اعداد  $2^2, 2^3, 2^4$  و  $2^5$  را حساب کنید و از کوچک به بزرگ مرتب کنید.
- ۲- هرچه توان های بالاتری از ۲ را حساب کنیم، عدد حاصل بزرگ تر می شود یا کوچک تر؟ دلیل خود را بیان کنید.
- ۳- اعداد  $2^2, 3^2$  و  $4^2$  را حساب کنید و از کوچک به بزرگ مرتب کنید.
- ۴- برای هر عدد طبیعی  $n$ ، حدس می زنید کدام یک از دو عدد  $3^n$  و  $2^n$  بزرگ ترند؟ حدس خود را به ازای ۴ و  $n$  و ۵ بیازمایید.

به طور کلی اگر  $a$  عددی بزرگ تر از ۱ باشد، هرچه توان های بالاتری از آن را حساب کنیم، حاصل بزرگ تر می شود. برای مثال:

$$a < a^2 < a^3 < a^4, \quad a^n < a^{n+1}$$

همچنین، اگر  $a$  و  $b$  دو عدد مثبت باشند که  $a < b$ ، با محاسبه توان های یکسان از  $a$  و  $b$  داریم:

$$a^2 < b^2, \quad a^3 < b^3, \quad a^4 < b^4, \quad a^n < b^n$$

مثال: اعداد  $8^4$  و  $2^{11}$  و  $16^3$  را با هم مقایسه کنید.

تمام این اعداد را می توانیم به صورت توانی از ۲ بنویسیم:

$$16^3 = (2^4)^3 = 2^{12}, \quad 8^4 = (2^3)^4 = 2^{12}, \quad 2^{11}$$

بنابراین:

$$2^{11} > 8^4 = 16^3$$

مثال: از دو عدد  $8^4$  و  $81^3$  کدام یک بزرگ تر است؟

این دو عدد را می توان به صورت دو عدد توان دار با توان های یکسان نوشت:

$$2^{12} = (2^3)^4 = 8^4, \quad 3^{12} = (3^3)^3 = 81^3$$

$$81^3 < 8^4 = 2^{12}$$

بنابراین:





### مسائل

۱- حاصل هر یک از عبارت‌های زیر را به صورت یک عبارت توان‌دار بنویسید.

الف)  $(-4) \times (-4) \times (-4)$

ب)  $(\frac{1}{3}) \times (\frac{1}{3}) \times (\frac{1}{3})$

ج)  $\frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} =$

د)  $\sqrt{3} \times \sqrt{3} \times \sqrt{3} \times \sqrt{3} \times \sqrt{3} =$

هـ)  $\frac{a}{2} \times \frac{a}{2} \times \frac{a}{2} \times \frac{a}{2} \times \frac{a}{2} =$

و)  $(a-b)(a-b)(a-b)$

ز)  $(a^2-1)(a^2-1)(a^2-1)(a^2-1)$

۲- حاصل هر یک از عبارت‌های زیر را به صورت یک عبارت توان‌دار بنویسید.

الف)  $(\frac{1}{2})^7 \times (\frac{1}{3})^7 \times (\frac{1}{4})^7 =$

ب)  $5^2 \times 4^2 \times 5^2$

ج)  $x^2 x^2 x^5$

د)  $x^4 y^4 z^4$

هـ)  $5^7 \div 2/5^7$

و)  $3^2 \times 3^2 \times 4^5 \times 12^2$

ز)  $a^6 \div 2^6$

ح)  $6^{15} \times (3^5)^2 \times (2^2)^5$

ط)  $\frac{3^2 \times 4^2 \times 12^5}{2^4 \times 6^4} =$

۳- عدد  $8^6$  را به صورت حاصل ضرب‌های زیر بنویسید.

الف) دو عدد توان‌دار مساوی

ب) دو عدد توان‌دار با توان ۶

ج) دو عدد توان‌دار که یکی ۶۴ برابر دیگری باشد.

د) سه عدد توان‌دار مساوی با پایه ۸

هـ) سه عدد توان‌دار مساوی با توان ۲

۴- حاصل هر یک از عبارت‌های زیر را به صورت یک عبارت توان‌دار بنویسید.

الف)  $3^2 \times 3^2 \times 3^2 \times 3^2$

ب)  $\frac{3^5 \times (4^6 + 4^6 + 4^6)}{6^6} =$

ج)  $8^2 \times 9^2 \times 25^5 \times (3^6 \times 3^6)$

د)  $a^4 \times b^4 \times (ab)^5$

هـ)  $\frac{x^5 y^4}{x^2 y z^3} =$  ( $x, y, z \neq 0$ )

### بیندیشیم

اگر  $a$  عددی مثبت

و  $a < 1$ ، با مقایسه

توان‌های  $a$  با یکدیگر

چه نتیجه‌ای می‌توان

گرفت؟

۵- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف)  $2 \times 4^2$

ب)  $2 - 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 =$

ج)  $\frac{1 - \left(\frac{1}{2}\right) \times 3 \times 4^2}{2 - \left(\frac{1}{3}\right) \times 6^2} =$

۶- اعداد زیر را با هم مقایسه کنید.

$25^3$  ,  $2^{12}$  ,  $36^3$

در باب چهل و چهارم از کتاب مفتاح المعاملات مسئله زیر مطرح شده است :  
سؤال : به شخصی گفتند که وارد این بوستان شو که در آن هفت دهلیز متوالی است و از درختان آن به تعدادی میوه بچین که هنگام بیرون آمدن در کنار هر دهلیز نصف میوه‌ها را بگذاری و هنگامی که از آخرین دهلیز خارج شدی تنها یک میوه برایت بماند. حال چند میوه باید بچیند؟

### توان صفر و توان منفی

#### فعالیت

۱- جدول زیر را تکمیل کنید.

عدد توان دار	$3^4$	$3^3$	$3^2$	$3^1$
حاصل	۸۱			

۲- چه رابطه‌ای بین اعداد سطر دوم جدول می‌یابید؟

۳- سطر اول را ادامه دهید و عدد بعدی را  $3^0$  قرار دهید. با توجه به رابطه‌ای که بین اعداد سطر دوم پیدا کرده‌اید، چه عددی را برای  $3^0$  پیشنهاد می‌کنید؟

۴- جدول بالا را برای پایه‌های ۲ و ۶ با همان توان‌ها نیز تشکیل دهید. چه عددی را برای  $2^0$  و  $6^0$  پیشنهاد می‌کنید؟

۵- برای عدد مخالف صفر  $a$ ، جدول بالا را برای توان‌های  $a$  بنویسید. چه عددی را برای  $a^0$  پیشنهاد می‌کنید؟

از فعالیت بالا نتیجه می‌شود که مناسب است برای هر عدد مخالف صفر  $a$ ، تعریف کنیم :

$$a^0 = 1$$



### فعالیت

۱- جدول زیر را تکمیل کنید.

عدد توان دار	$3^3$	$3^2$	$3^1$	$3$
حاصل	۲۷			

۲- چه رابطه‌ای بین اعداد سطر دوم جدول می‌یابید؟

۳- سطر اول را ادامه دهید و عدد توان دار بعدی را  $3^1$  قرار دهید. اکنون با توجه به رابطه‌ای که بین اعداد سطر دوم پیدا کرده‌اید، چه عددی را برای  $3^1$  پیشنهاد می‌کنید؟

۴- جدول بالا را برای پایه‌های ۲ و ۶ با همان توان‌ها نیز تشکیل دهید. چه عددی را برای  $2^1$  و  $6^1$  پیشنهاد می‌کنید؟

۵- برای عدد مخالف صفر  $a$ ، جدول بالا را برای توان‌های  $a$  بنویسید. چه عددی را برای  $a^1$  پیشنهاد می‌کنید؟

۶- سطر اول را ادامه دهید و اعداد بعدی را  $a^2$  و  $a^3$  قرار دهید. با توجه به رابطه‌ای که بین اعداد سطر دوم پیدا کرده‌اید، چه اعدادی را برای  $a^2$  و  $a^3$  پیشنهاد می‌کنید؟

از این فعالیت نتیجه می‌شود که مناسب است برای هر عدد حقیقی مخالف صفر مانند  $a$ ، تعریف کنیم:

$$a^{-1} = \frac{1}{a} \text{ و } a^{-2} = \frac{1}{a^2} \text{ در حالت کلی برای یک عدد طبیعی } n \text{ تعریف می‌کنیم:}$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

مثال:

$$4^{-1} = \frac{1}{4}, \quad (0/1)^{-7} = \frac{1}{(0/1)^7}, \quad (1/2)^3 = \frac{1}{(1/2)^{-3}}, \quad (-5)^{-21} = \frac{1}{(-5)^{21}}$$



### تمرین در کلاس

۱- عبارت‌های زیر را به صورت یک عبارت با توان منفی بنویسید.

الف)  $\frac{1}{b^3}$

ب)  $\frac{1}{b}$

ج)  $0/25$

د)  $\frac{1}{45}$

ه)  $0/01$

۲- عبارت‌های زیر را با توان مثبت بنویسید.

الف)  $5^2$       ب)  $(\sqrt{7})^{-5}$       ج)  $(\frac{1}{2})^{-3}$       د)  $2\pi^3$

۳- عبارت‌های زیر را به صورتی بنویسید که کسری نباشند.

الف)  $\frac{1}{a^3}$       ب)  $\frac{1}{b^{-2}}$       ج)  $\frac{-1}{b^2}$       د)  $\frac{\pi^2}{\pi^{-3}}$

۴- حاصل اعداد  $4^2$ ،  $(4^{-1})^2$  و  $(4^2)^{-1}$  را بنویسید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۵- اعداد  $(\frac{1}{25})^2$ ،  $(\frac{1}{25})^4$  و  $(\frac{1}{5})^3$  را از کوچک به بزرگ مرتب کنید.

با چنین تعریفی از توان‌های مثبت و منفی اعداد حقیقی مخالف صفر، می‌توان نشان داد که اگر  $a$  و  $b$  دو عدد مخالف صفر و  $p$  و  $q$  دو عدد صحیح باشند، خواص مهم توان رسانی به شکل زیر برقرارند:

$a^{p+q} = a^p \times a^q$	$\frac{a^p}{a^q} = a^{p-q}$
$(ab)^p = a^p \times b^p$	$(\frac{a}{b})^p = \frac{a^p}{b^p}$
$(a^p)^q = a^{pq}$	$a^{-p} = \frac{1}{a^p}$

مثال:

$$(5 \times 7)^2 = 5^2 \times 7^2$$

$$(6^2)^2 = 6^{2 \times 2}$$

$$\frac{4^{-2}}{4^{-7}} = 4^{-2-(-7)} = 4^5$$

$$(\frac{2}{3})^{-7} = \frac{2^{-7}}{3^{-7}}$$

$$7^{-3} = \frac{1}{7^3}$$



### مسائل

۱- هر یک از عبارت‌های زیر را به صورت عبارت با توان منفی بنویسید.

الف)  $\frac{1}{100000}$  (ب)  $\frac{1}{bc}$  (ج)  $8 \times 10^{-8}$  (د)  $\frac{1}{3^{11}}$

۲- هر یک از عبارت‌های زیر را به صورت یک عبارت با توان مثبت بنویسید.

الف)  $3^5$  (ب)  $(\frac{1}{5})^{-4}$  (ج)  $(\frac{2}{3})^{-3} \times (\frac{2}{3})^{-4}$  (د)  $a^2 \times b^2$   
 هـ)  $a^3 \times b^3 \times (c^3)^2$

۳- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف)  $2^2 \times 3^2$  (ب)  $(2^3)^2$  (ج)  $2^3 \times 4^1$  (د)  $2^3 \times 5^1$

۴- با استفاده از تعریف توان‌های منفی، ثابت کنید که برای هر عدد حقیقی مخالف صفر  $a$  و هر عدد طبیعی  $n$  داریم:

$$a^{-n} = (a^n)^{-1} = (a^{-1})^n$$

آیا می‌دانید دور کره زمین در استوا چند متر است؟ اندازه گیری‌ها نشان می‌دهد که این طول تقریباً  $40,000,000$  متر است. اگر طول هر مورچه یک میلی‌متر باشد، چند مورچه لازم است تا با هم دور کره زمین در استوا را ببوشانند؟ چون هر متر  $1000$  میلی‌متر است، پس  $40,000,000,000$  مورچه برای این کار لازم است. آیا می‌توانید این عدد را بخوانید؟ این عدد چند صفر دارد؟ در عمل به عددهای بزرگ‌تر از این هم برخورد می‌کنیم. مثلاً قطر کهکشان راه شیری چند متر است؟ آیا می‌توان چنین اعدادی را روی کاغذ نوشت؟ روشن است که این شیوه نوشتن برای اعداد بزرگ مناسب نیست. با این شیوه، نمی‌توان آن‌ها را روی کاغذ نوشت و اگر هم بنویسیم نمی‌توانیم متوجه میزان بزرگی آن‌ها شویم و محاسبه‌ای روی آن‌ها انجام دهیم.

یکی از کاربردهای توان اعداد، نوشتن اعداد بسیار بزرگ و اعداد بسیار کوچک به صورت توانی است<sup>۱</sup>. مثلاً توان‌های مثبت  $10^0$  را به صورت  $10^0$ ،  $10^1$ ،  $10^2$ ،  $10^3$  و ... حساب کنید. این اعداد رفته رفته بزرگ می‌شوند به گونه‌ای که حتی نمی‌توان آن‌ها را روی کاغذ نوشت. آیا می‌توانید عدد  $10^{500}$  را در نمایش دهدهی آن روی کاغذ بنویسید؟ توان‌های منفی  $10^0$  را به صورت  $10^{-1}$ ،  $10^{-2}$ ،  $10^{-3}$ ،  $10^{-4}$  و ... حساب کنید. این اعداد رفته رفته کوچک می‌شوند و میزان کوچکی آن‌ها به قدری است که نمی‌توان نمایش اعشاری آن‌ها را روی کاغذ نوشت. استفاده از توان به ما کمک می‌کند که اعداد بسیار بزرگ و بسیار کوچکی را که با آن‌ها برخورد می‌کنیم به راحتی بنویسیم و روی آن‌ها محاسبه انجام دهیم.

یکی از شیوه‌های نوشتن اعداد بزرگ، استفاده از توان‌های مثبت  $10^0$  است. مثلاً،  $10^{40}$  عدد بسیار بزرگی است و اگر بخواهیم با شیوه‌های معمولی آن را بنویسیم، می‌بایست چهل صفر جلوی ۱ بگذاریم. هیچ کس با یک نگاه نمی‌تواند تعداد این صفرها را بشمارد و مقدار واقعی این عدد را تشخیص دهد. اما، نمایش آن به صورت  $10^{40}$ ، به خوبی اندازه این عدد را نشان می‌دهد و کار محاسباتی با آن را عملی می‌کند. هر عدد مثبت اعشاری را می‌توان به شکل‌های گوناگونی به صورت ضرب یک عدد اعشاری در توان مثبتی از  $10^0$ ، نوشت.

۱- این مبحث بیشتر در فیزیک، شیمی و نجوم کاربرد دارد و مربوط به نمایش اعداد است.



مثال: جرم یک الکترون تقریباً  $9/1 \times 10^{-28}$  کیلوگرم و جرم اتم هیدروژن تقریباً  $1/7 \times 10^{-24}$  کیلوگرم است. آیا می‌توانید میزان کوچکی این اعداد را تصور کنید؟ کدام یک جرم بیشتری دارد و جرم آن چند برابر دیگری است؟ در نماد علمی جرم اتم هیدروژن، توان  $10^{-24}$  و در نماد علمی جرم الکترون، توان  $10^{-28}$  است که نشان می‌دهد جرم این ذرات بسیار کوچک است. هر قدر توان منفی از لحاظ قدر مطلق بزرگ‌تر باشد، عدد کوچک‌تر است، پس جرم اتم هیدروژن بیشتر از جرم الکترون است. با تقسیم جرم اتم هیدروژن بر جرم الکترون، عددی به دست می‌آید که نشان می‌دهد جرم اتم هیدروژن چند برابر بیشتر است.

$$\frac{\text{جرم اتم هیدروژن}}{\text{جرم الکترون}} = \frac{1/7 \times 10^{-24}}{9/1 \times 10^{-28}} = \frac{1/7}{9/1} \times 10^{-24} \times \frac{1}{10^{-28}} = \frac{1/7}{9/1} \times \frac{1}{10^{-24}} \times 10^{28}$$

$$= \frac{1/7}{9/1} \times 10^4 \approx 0/1868 \times 10^4 = 1/868 \times 10^3$$

#### مسائل



۱- نماد علمی اعداد زیر را بنویسید.

الف)  $26478914$  (ب)  $0/0004892$  (ج)  $12 \times 150000$  (د)  $200 \times 423$

هـ)  $12/8 \times 10^4 \times 5^6$  (و)  $\frac{32 \times 11 \times 10^{12}}{44 \times 80}$  (ز)  $\frac{1}{20000}$

۲- نمایش اعشاری اعداد زیر را بنویسید.

الف)  $1/43 \times 10^5$  (ب)  $2/543 \times 10^{-3}$

ج)  $1/23 \times 10^6$  (د)  $0/00421 \times 10^{-4}$

۳- جرم یک الکترون تقریباً  $9/1 \times 10^{-28}$  گرم است. جرم یک جسم  $2549$  تنی چند برابر جرم یک الکترون است؟ حاصل را به صورت نماد علمی بنویسید. (هر تن برابر  $1000$  کیلوگرم است.)



کشاورزی، یک قطعه زمین به شکل مربع دارد. او برای کاشت و کار در زمین خود در هر متر مربع  $5^\circ$  گرم بذر مصرف کرده است. اگر این کشاورز برای کاشتن در همه زمین خود  $5$  کیلوگرم بذر مصرف کرده باشد، محیط زمین او چقدر است؟

برای حل این مسئله ابتدا مساحت زمین را به دست می آوریم. مساحت زمین بر حسب متر مربع برابر است با  $100 = \frac{5^\circ \times 5^\circ}{5^\circ}$ . طول زمین عددی است که مربع آن  $100$  می شود.

اگر طول ضلع مربعی  $x$  باشد، می دانید که مساحت آن  $x^2$  است. اگر مساحت مربعی  $100$  متر مربع باشد، طول یک ضلع آن چند متر است؟ باید دنبال عدد مثبتی بگردیم که مربع آن  $100$  باشد. این عدد  $10$  است، زیرا  $10^2 = 100$ . پس محیط آن: متر  $40 = 4 \times 10$  خواهد بود.

برای مثال می دانید  $9 = 3^2$  و  $3$  هر دو عدد  $3$  و  $(3)$  ریشه دوم  $9$  نامیده می شوند. اما، بنا به تعریف  $\sqrt{9}$ ، آن ریشه دوم  $9$  است که مثبت هم باشد، بنابراین  $\sqrt{9} = 3$ .

فرض کنید  $a$  عددی مثبت باشد و  $a^2 = b$ ، در این صورت  $a^2 = (a)^2$  و  $a$  و  $a$  را ریشه های دوم  $b$  می نامند.

برای یک عدد حقیقی مثبت  $b$ ، بنا به تعریف  $\sqrt{b}$  آن ریشه دوم  $b$  است که مثبت هم باشد.

مثال:

$$\sqrt{64} = 8, \quad \sqrt{\frac{4}{25}} = \frac{2}{5}, \quad \sqrt{0.01} = 0.1$$

ریشه دوم صفر، همان صفر است و  $\sqrt{0} = 0$ .

توجه کنید

$$\sqrt{9} = 3, \quad \sqrt{9} \neq -3, \quad -\sqrt{9} = -3$$



پیشانی

آیا همه اعداد ریشه دوم دارند؟ کدام اعداد ریشه دوم دارند؟



۱- درستی تساوی‌های زیر را با محاسبه طرفین تساوی توضیح دهید.

$$\sqrt{(-3)^2} = |-3|, \quad \sqrt{5^2} = |5|, \quad \sqrt{4^2} = \sqrt{(-4)^2} = |-4| = 4$$

۲- درستی تساوی  $\sqrt{a^2} = |a|$  را به ازای چند مقدار مثبت یا منفی که برای  $a$  انتخاب می‌کنید، بررسی کنید.

$$\boxed{\sqrt{a^2} = |a|}$$

از فعالیت بالا نتیجه می‌شود که برای هر عدد  $a$  داریم:

مثال:

$$\sqrt{(-6)^2} = |-6| = 6, \quad \sqrt{6^2} = |6| = 6, \quad \sqrt{(-\pi)^2} = |-\pi| = \pi$$

مثال:  $\sqrt{c^4} = c^2$ ، زیرا  $c^2$  نامنفی است و  $|c^2| = c^2$  و  $(c^2)^2 = c^4$ .

توجه داشته باشید که

هر وقت عبارت  $\sqrt{b}$  را به کار می‌بریم، فرض بر آن است که  $b$  عددی نامنفی است، زیرا فقط اعداد نامنفی ریشه دوم دارند.

### تمرین در کلاس



۱- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

$$\sqrt{(-6)^2}, \quad \sqrt{b^4 c^4}, \quad \sqrt{a^8}$$

۲- با استفاده از تعریف  $\sqrt{b}$  درستی تساوی  $(\sqrt{b})^2 = b$  را توضیح دهید.

اگر اندازه حجم مکعبی را بدانید، اندازه طول ضلع آن را چگونه به دست می‌آورید؟  
اگر طول ضلع مکعبی  $x$  باشد، می‌دانید که حجم آن  $x^3$  است. برای مثال، اگر حجم مکعبی ۶۴ باشد، برای یافتن طول ضلع آن، باید دنبال عددی بگردیم که توان سوم آن ۶۴ باشد. این عدد ۴ است، زیرا  $4^3 = 64$ . بنا به تعریف ۴ را مکعب یا ریشه سوم ۶۴ می‌نامند و با  $\sqrt[3]{64}$  نشان می‌دهند، یعنی  $\sqrt[3]{64} = 4$ .

به طور کلی، اگر  $a$  و  $b$  دو عدد باشند به طوری که  $b = a^3$ ،  $a$  را ریشه سوم  $b$  می‌نامند و آن را با  $\sqrt[3]{b}$  نشان می‌دهند.

توجه داشته باشید که هر عدد فقط یک ریشه سوم دارد.

مثال:

$$\sqrt[3]{27} = \sqrt[3]{3 \times 3 \times 3} = 3$$

$$\sqrt[3]{\frac{8}{125}} = \sqrt[3]{\frac{2}{5} \times \frac{2}{5} \times \frac{2}{5}} = \frac{2}{5}$$

$$\sqrt[3]{-0.001} = \sqrt[3]{(-0.1) \times (-0.1) \times (-0.1)} = -0.1$$

### ببیندیشیم

آیا همه اعداد ریشه

سوم دارند؟ علامت

ریشه سوم اعداد مثبت

چيست؟ علامت ریشه

سوم اعداد منفی

چيست؟





۱- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

$$\sqrt[3]{-125}, \sqrt[3]{a^3}, \sqrt[3]{b^6}, \sqrt[3]{x^4 x^5}$$

۲- با استفاده از تعریف  $\sqrt[3]{b}$  درستی تساوی  $(\sqrt[3]{b})^3 = b$  را توضیح دهید.

### ضرب و تقسیم رادیکال‌ها



#### فعالیت

۱- جدول زیر را کامل کنید.

a	۹	۲۵	$\frac{1}{4}$
b	۴	۴	۱۰۰
$\sqrt{a}\sqrt{b}$			
$\sqrt{ab}$			

۲- چه رابطه‌ای بین اعداد سطر سوم و چهارم می‌بینید؟

۳- با انتخاب چند عدد دیگر برای a و b که مربع یک عدد گویا هستند، درستی نتیجه‌ای را که گرفته‌اید بررسی کنید.

از فعالیت بالا می‌توان نتیجه گرفت که برای هر دو عدد نامنفی مانند a و b داریم:

$$\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b}$$

توجه کنید که در تساوی بالا هر دو عدد a و b باید مثبت باشند. اگر a و b هر دو منفی باشند، سمت چپ تساوی معنا دارد، ولی سمت راست تساوی معنا ندارد.

به طور مشابه برای ریشه سوم گیری نیز برای هر دو عدد a و b، داریم:

$$\sqrt[3]{ab} = \sqrt[3]{a}\sqrt[3]{b}$$

مثال :

$$\sqrt{2} \times \sqrt{32} = \sqrt{2 \times 32} = \sqrt{64} = 8$$

$$\sqrt[3]{-9} \times \sqrt[3]{3} = \sqrt[3]{-9 \times 3} = \sqrt[3]{-27} = -3$$

$$\sqrt[3]{ba^2} \times \sqrt[3]{ab^2} = \sqrt[3]{ba^2ab^2} = \sqrt[3]{a^3b^3} = \sqrt[3]{(ab)^3} = ab$$

$$(\sqrt[3]{a})^2 = \sqrt[3]{a} \times \sqrt[3]{a} = \sqrt[3]{a \times a} = \sqrt[3]{a^2}$$

توسعه در یادگیری



حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

۱)  $\sqrt{28} \times \sqrt{7}$

۲)  $\sqrt[3]{0.01} \times \sqrt[3]{0.8}$

۳)  $\sqrt[3]{2b^2} \times \sqrt[3]{4b^2}$

۴)  $\sqrt[3]{abc} \times \sqrt[3]{a^2b^5c^4}$

در محاسبات با رادیکال ها، برای نشان دادن ضرب یک عدد در یک رادیکال و ضرب چند رادیکال در یکدیگر از علامت « $\times$ » استفاده نمی کنیم. برای مثال ضرب  $2 \times \sqrt{3}$  را به صورت  $2\sqrt{3}$  و ضرب  $5 \times \sqrt[3]{14}$  را به صورت  $5\sqrt[3]{14}$  می نویسیم.

با انجام عملیات روی رادیکال ها سعی می کنیم عبارت های ساده تری به دست آوریم. این عمل را ساده کردن می نامند.

مثال :  $\sqrt{75}$  را ساده کنید.

$$\sqrt{75} = \sqrt{25 \times 3} = \sqrt{25} \sqrt{3} = 5\sqrt{3}$$

مثال : عبارت  $\sqrt{162b^5c^4}$  را ساده کنید.

$$\sqrt{162b^5c^4} = \sqrt{81b^4c^4 \times (2b)} = \sqrt{(9b^2c^2)^2 \times 2b} = 9b^2c^2\sqrt{2b}$$

مثال : عبارت  $\sqrt[3]{54b^4c^6}$  را ساده کنید.

$$\sqrt[3]{54b^4c^6} = \sqrt[3]{27b^3c^6 \times (2b)} = \sqrt[3]{(3bc^2)^3 \times 2b} = 3bc^2\sqrt[3]{2b}$$



۱- عبارت‌های زیر را ساده کنید.

$$2\sqrt{150}, \sqrt{128a^5}, \sqrt[3]{54}, \sqrt[3]{0.003}, \sqrt[3]{250a^2b^3}$$

مشابه قانون ضرب رادیکال‌ها، در تقسیم رادیکال‌ها نیز برای هر دو عدد  $a$  و  $b$ ، که  $b \neq 0$ ، روابط زیر برقرارند:

$$\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}}, \quad \frac{\sqrt[3]{a}}{\sqrt[3]{b}} = \sqrt[3]{\frac{a}{b}}$$

مثال:

$$\frac{\sqrt{18}}{\sqrt{25}} = \frac{\sqrt{9 \times 2}}{\sqrt{25}} = \frac{\sqrt{9} \times \sqrt{2}}{5} = \frac{3\sqrt{2}}{5} = \frac{3}{5}\sqrt{2}$$

مثال:

$$\frac{\sqrt[3]{81a^5}}{\sqrt[3]{125c^6}} = \frac{\sqrt[3]{81a^5}}{\sqrt[3]{125c^6}} = \frac{\sqrt[3]{3^3 a^3 \times 3a^2}}{\sqrt[3]{5^3 (c^2)^3}} = \frac{3a\sqrt[3]{3a^2}}{5c^2} = \frac{3a}{5c^2}\sqrt[3]{3a^2}$$

### گویا کردن مخرج کسرها

عدد  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  را در نظر بگیرید. برای درک بهتر این گونه اعداد و میزان بزرگی آن‌ها می‌توانیم، آن‌ها را به گونه‌ای بنویسیم که در مخرج کسر، اعداد رادیکالی نداشته باشیم. برای مثال عدد  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1 \times \sqrt{3}}{\sqrt{3} \times \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

این عمل را گویا کردن مخرج کسر می‌نامند.

مثال: مخرج کسر  $\frac{2}{\sqrt[3]{5}}$  را گویا کنید و آن را به ساده‌ترین صورت بنویسید.

$$\frac{2}{\sqrt[3]{5}} = \frac{2 \times (\sqrt[3]{5})^2}{\sqrt[3]{5} \times (\sqrt[3]{5})^2} = \frac{2\sqrt[3]{5^2}}{(\sqrt[3]{5})^3} = \frac{2(\sqrt[3]{25})}{5} = \frac{2}{5}\sqrt[3]{25}$$

## جمع و تفریق رادیکال‌ها

فعالیت



به تساوی‌های زیر توجه کنید :

$$6\sqrt{3} = (2+4)\sqrt{3} = 2\sqrt{3} + 4\sqrt{3}$$

$$7\sqrt[3]{4} = (2+5)\sqrt[3]{4} = 2\sqrt[3]{4} + 5\sqrt[3]{4}$$

۱- در تساوی‌های بالا از کدام خاصیت ضرب استفاده شده است؟

۲- در عبارت‌های  $5\sqrt{11}$  و  $5\sqrt[3]{6}$ ، به جای ۵ عبارت (۲ ۷) را قرار دهید و مشابه محاسبه بالا را انجام دهید.

در جمع و تفریق عبارت‌های رادیکالی، در صورت وجود رادیکال‌های یکسان، می‌توان با فاکتورگیری از آن، ضرایب آن‌ها را با هم جمع یا از هم تفریق کرد.  
مثال :

$$5\sqrt{2} + 3\sqrt{2} - 9\sqrt{2} + \frac{5\sqrt{2}}{3} = (5+3-9+\frac{5}{3})\sqrt{2} = \frac{2}{3}\sqrt{2}$$

مثال : عبارت  $3\sqrt{32} - 5\sqrt{2}$  را ساده کنید.

$$3\sqrt{32} - 5\sqrt{2} = 3\sqrt{16 \times 2} - 5\sqrt{2} = 3\sqrt{16}\sqrt{2} - 5\sqrt{2} = 3 \times 4\sqrt{2} - 5\sqrt{2} = 7\sqrt{2}$$

مثال : عبارت  $\sqrt{45} - 3\sqrt{20} + 2\sqrt{5} + \sqrt{7} - \sqrt{63}$  را ساده کنید.

$$\begin{aligned}\sqrt{45} - 3\sqrt{20} + 2\sqrt{5} + \sqrt{7} - \sqrt{63} &= \sqrt{9 \times 5} - 3\sqrt{4 \times 5} + 2\sqrt{5} + \sqrt{7} - \sqrt{9 \times 7} \\ &= 3\sqrt{5} - 6\sqrt{5} + 2\sqrt{5} + \sqrt{7} - 3\sqrt{7} = -\sqrt{5} - 2\sqrt{7}\end{aligned}$$

مثال: عبارت  $\sqrt[3]{81} + \sqrt{-24} - \sqrt[3]{0/003}$  را ساده کنید.

$$\begin{aligned}\sqrt[3]{81} + \sqrt{-24} - \sqrt[3]{0/003} &= \sqrt[3]{27 \times 3} + \sqrt{(-8) \times 3} - \sqrt[3]{\frac{3}{1000}} \\ &= 3\sqrt[3]{3} - 2\sqrt[3]{3} - \frac{\sqrt[3]{3}}{\sqrt[3]{1000}} = (3 - 2 - \frac{1}{10})\sqrt[3]{3} \\ &= \frac{9}{10}\sqrt[3]{3}\end{aligned}$$



تمرین در کلاس

توجه کنید:

در حالت کلی

$$\sqrt{a+b} \neq \sqrt{a} + \sqrt{b}$$

و

$$\sqrt{a-b} \neq \sqrt{a} - \sqrt{b}$$

- ۱- دو مقدار  $\sqrt{9+16}$  و  $\sqrt{9} + \sqrt{16}$  را به دست آورید. آیا این دو مقدار مساوی اند؟
- ۲- دو مقدار  $\sqrt{100-36}$  و  $\sqrt{100} - \sqrt{36}$  را به دست آورید. آیا این دو مقدار مساوی اند؟



مسائل

- ۱- ریشه های دوم اعداد زیر را به دست آورید.

الف) ۳۶      ب)  $4/0$

ج)  $\frac{1}{a^8}$       د)  $9a^2$

- ۲- ریشه سوم اعداد زیر را محاسبه کنید.

الف) ۲۷      ب)  $-\frac{1}{8}$       ج)  $64b^3$

۳- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

ج)  $\sqrt{0/04}$       ب)  $\sqrt{25}$       الف)  $\sqrt{4x^2}$

هـ)  $\sqrt[3]{-8}$       و)  $\sqrt[3]{27}$       د)  $\sqrt[3]{a^3b^6}$

۴- عبارت‌های زیر را ساده کنید.

ب)  $\sqrt{2\frac{1}{4}}$       الف)  $\sqrt{300}$

د)  $\sqrt[3]{54}$       ج)  $\sqrt[3]{-16}$

۵- حاصل ضرب‌های زیر را به دست آورید و آن‌ها را ساده کنید.

ج)  $\sqrt{\frac{3}{2}} \times \sqrt{\frac{8}{27}}$       ب)  $-3\sqrt{5} \times (-2\sqrt{20})$       الف)  $\sqrt{27} \times \sqrt{3}$

هـ)  $2\sqrt{a^4b} \times 3\sqrt{a^2b^3}$       د)  $\sqrt[3]{36} \times \sqrt[3]{6}$

۶- مخارج اعداد و عبارت‌های زیر را گویا کنید و آن‌ها را به ساده‌ترین صورت بنویسید.

ب)  $\sqrt{\frac{5}{6}}$       الف)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$

د)  $\sqrt[3]{\frac{2}{3}}$       ج)  $\frac{4}{\sqrt[3]{16}}$

و)  $\sqrt[3]{\frac{3}{4a}}$       هـ)  $\frac{1}{\sqrt{2a}}$

۷- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

۲)  $\frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}$       ۱)  $2\sqrt{3} + 5\sqrt{3}$

۴)  $\sqrt{8} + \sqrt{32} - \sqrt{18}$       ۳)  $3\sqrt{5} + 2\sqrt{5} + 4\sqrt{5}$

۶)  $4\sqrt{2^2+3^2} + \sqrt{52}$       ۵)  $\sqrt[3]{16} - \sqrt[3]{2}$



$$۷) \frac{\sqrt{3} + 2\sqrt{3}}{6\sqrt{3} - 2\sqrt{3}}$$

$$۸) \sqrt[3]{4} + 2\sqrt[3]{4}$$

$$۹) 4\sqrt{x} - 5\sqrt{x}$$

$$۱۰) 3\sqrt[3]{y} - 2\sqrt[3]{y}$$

۸- به جای  $\square$  عدد مناسب قرار دهید.

$$۱) \square - \sqrt{6} = 5\sqrt{6}$$

$$۲) -2\sqrt{7} - \square = -3\sqrt{7}$$

$$۳) \sqrt[3]{2} - \square = 2\sqrt[3]{2}$$





# چند جمله‌ای‌ها و اتحادها

۲



## تفریق و قرینه اعداد

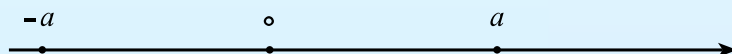
تفریق عمل متقابل عمل جمع است. در یک عمل جمع، مانند  $۱۵ - ۴ = ۱۱$ ، گوییم، اگر  $۴$  را به  $۱۱$  اضافه کنیم حاصل  $۱۵$  می‌شود، پس اگر  $۴$  را از  $۱۵$  کم کنیم، حاصل  $۱۱$  می‌شود:  $۱۵ - ۴ = ۱۱$ .  
این قاعده به طور کلی برای دو عدد  $a$  و  $b$  نیز صادق است. اگر  $a - b = c$ ، گوییم حاصل تفریق  $b$  از  $c$  برابر  $a$  است و می‌نویسیم  $a - b = c$ .



تفریق در اعداد

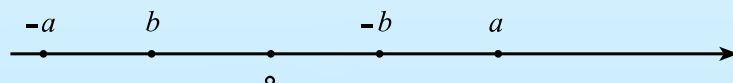
- ۱- اگر داشته باشیم  $z = x + y$ ، دو تفریق از روی آن بنویسید.
- ۲- پاره خطی را به طول  $z$  رسم کنید و یک نقطه روی آن در نظر بگیرید. طول یکی از پاره خط‌ها را  $y$  بنامید و نشان دهید که طول پاره خط باقی مانده برابر  $y$  است.

هر عدد قرینه‌ای دارد که شما در فصل اول با آن آشنا شدید. قرینه یک عدد دلخواه مانند  $a$  را با  $-a$  نشان می‌دهند.



$a$  نیز قرینه‌ای دارد که آن را با  $(-a)$  نشان می‌دهند.

تفریق در اعداد



- ۱- با توجه به شکل بالا علامت (مثبت یا منفی بودن)  $a$  و  $b$  را تعیین کنید.
- ۲- درستی تساوی  $a - (-a) = 0$  را از روی شکل نشان دهید.
- ۳- قرینه یک عدد مثبت چه علامتی دارد؟
- ۴- اگر  $3 - b$ ، چه مقداری دارد؟ علامت  $(-b)$  چیست؟ قرینه یک عدد منفی چه علامتی دارد؟



جمع هر عدد با قرینه خود صفر است، یعنی برای هر عدد  $a$  داریم  $a + (-a) = 0$ . برای دو عدد  $a$  و  $b$  می‌توان نشان داد  $(a + b) + (-a - b) = 0$ .



تفاوت دو عبارت

الف) درستی تساوی‌های زیر را با ذکر چند مثال بررسی کنید.

$$(a + 4) - a = 4 \quad (1)$$

$$(a + b) - a = b \quad (2)$$

$$x + (y + z) = (x + y) + z \quad (3)$$

$$x + (y - z) = (x + y) - z \quad (4)$$

$$x(y + z) = xy + xz \quad (5)$$

$$(x + y)^2 = (y + x)^2 \quad (6)$$

ب) تساوی‌های زیر را با زبان فارسی توضیح دهید.

$$(a + b) - a = b \quad (1)$$

$$(x + y) + x = x + (y + x) \quad (2)$$

$$(x + y) + xy = xy + (x + y) \quad (3)$$

$$(a^2 + a^3) - a^2 = a^3 \quad (4)$$

ج) تفاوت دو عبارت  $a^2$  و  $(a)^2$  را توضیح دهید.

## تقسیم و معکوس اعداد

تقسیم، یکی دیگر از اعمال بین اعداد حقیقی است که متقابل عمل ضرب است. در یک عمل ضرب مانند  $۴۸ \times ۱۲$ ، گوئیم اگر ۴ را در ۱۲ ضرب کنیم ۴۸ می شود، پس اگر ۴۸ را بر ۴ تقسیم کنیم حاصل ۱۲ می شود و می نویسیم:  $\frac{۴۸}{۴} = ۱۲$ .

در تقسیم عدد  $a$  بر عدد  $b$ ، به دنبال عددی می گردیم که اگر آن را در  $b$  ضرب کنیم حاصل برابر  $a$  شود. اگر  $b$  مخالف صفر باشد چنین عددی وجود دارد و آن را با استفاده از خط کسری به صورت  $\frac{a}{b}$  نشان می دهیم. بنابراین، اگر  $\frac{a}{b} = c$ ، این به معنای آن است که  $bc = a$ .

تقسیم  $a$  بر  $b$  را به صورت  $a \div b$  نیز نشان می دهیم، پس  $a \div b = \frac{a}{b}$ . هر وقت از تقسیم بر عددی سخن می گوئیم فرض بر آن است که آن عدد مخالف صفر است.

معکوس یک عدد، عددی است که اگر در آن ضرب شود، حاصل ۱ شود. برای مثال، معکوس عدد ۴، عدد  $\frac{1}{4}$

است، زیرا  $۴ \times \frac{1}{4} = ۱$ . معکوس عدد  $(-۳)$ ، عدد  $(-\frac{1}{3})$  است، زیرا  $(-۳) \times (-\frac{1}{3}) = ۱$ .

صفر معکوس ندارد و معکوس یک عدد مخالف صفر  $a$ ، عدد  $\frac{1}{a}$  است.

$$a \times \frac{1}{a} = ۱$$

تقسیم و معکوس



الف) تساوی های زیر را به زبان فارسی توضیح دهید. در عبارت های زیر فرض بر آن است که مخارجا مخالف صفر هستند.

$$\frac{a}{b} = a \times \frac{1}{b} \quad (۱)$$

$$c \times \frac{a}{b} = \frac{ca}{b} \quad (۲)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{ca}{cb} \quad (۳)$$

$$\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd} \quad (۴)$$

$$-\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b} \quad (۵)$$

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad}{bd} + \frac{bc}{bd} = \frac{ad + bc}{bd} \quad (6)$$

(ب) عبارت‌های زیر را به صورت یک کسر بنویسید.

$$۱) ۲ + \frac{1}{a}$$

$$۲) \frac{1}{a} - \frac{1}{b}$$

$$۳) \frac{a}{b} + \frac{b}{a}$$

$$۴) ۲ - \frac{1}{x-1}$$

یکی از روش‌های بررسی تساوی دو عدد گویا، مانند  $\frac{6}{9}$  و  $\frac{10}{15}$ ، این است که مخرج هر کسر را در صورت کسر دیگر ضرب کنیم. با این عمل دو عدد به دست می‌آید که اگر مساوی بودند می‌توان نتیجه گرفت که این کسرها مساویند، در غیر این صورت این کسرها مساوی نیستند. در این مثال، چون  $۱۵ \times ۶ = ۹ \times ۱۰$  این دو کسر مساویند.

به‌طور کلی این مطلب برای دو کسر  $\frac{a}{b}$  و  $\frac{c}{d}$  برقرار است، یعنی اگر  $ad = bc$ ، این دو کسر مساوی‌اند و در غیر این صورت مساوی نیستند.

مثال: دو کسر  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  و  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  برابرند زیرا حاصل ضرب صورت هر کسر در مخرج کسر دیگر، مقدارهایی مساویند.



### مسائل

۱- اگر  $a$  و  $b$  و  $c$  سه عدد حقیقی باشند و  $c$  مخالف صفر باشد، ثابت کنید  $c(\frac{a}{c} + \frac{b}{c}) = a + b$ . از این

$$\text{تساوی نتیجه بگیرید که: } \frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}.$$

۲- اگر  $a$  و  $b$  دو عدد مخالف صفر باشند، نشان دهید معکوس عدد  $\frac{b}{a}$  است.

۳- اگر  $a$  و  $b$  و  $c$  و  $d$  چهار عدد باشند و  $b$  و  $c$  و  $d$  مخالف صفر باشند، با استفاده از مسئله (۲) نشان دهید که:

$$\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$$

۴- اگر  $a$  و  $b$  و  $c$  و  $d$  چهار عدد حقیقی باشند که  $b$  و  $d$  مخالف صفر باشند، نشان دهید که:

$$\frac{\frac{a}{b} - \frac{c}{d}}{\frac{ad - bc}{bd}}$$



مستطیلی رسم کنید و طول و عرض آن را  $x$  و  $y$  بنامید.

۱- مساحت و محیط این مستطیل را برحسب  $x$  و  $y$  بنویسید.

۲- طول قطر این مستطیل را برحسب  $x$  و  $y$  بنویسید.

۳- قطر مستطیل، مستطیل را به دو مثلث مساوی تقسیم می کند. محیط و مساحت این مثلث ها را بنویسید.

در عبارت هایی که در بالا به دست آورده اید، نمادهای  $x$  و  $y$  به کار رفته اند که هر یک نشان دهنده عدد دلخواهی هستند.

نمادهایی که اعداد دلخواهی را نشان می دهند، متغیر می نامند، زیرا به جای آن ها هر عددی می توان قرار داد.

هر کدام از عبارت هایی که در فعالیت بالا به دست آورده اید، به صورت محاسباتی روی متغیرهای  $x$  و  $y$ ، از طریق اعمال جمع و تفریق و ضرب و تقسیم و توان رسانی و ریشه گیری بوده است. این اعمال را اعمال جبری و عبارت های به دست آمده را عبارت های جبری می نامند. در حالت خاص، یک عدد را هم به عنوان یک عبارت جبری می پذیریم.

مثال: هر یک از عبارت های زیر، یک عبارت جبری هستند.

$$x \ y, \quad 2x \ 5a, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{2}x - 4x^2, \\ \pi r^2 \ xy, \quad \sqrt{3}, \quad -3y + \sqrt{3}x^2, \quad a + b + \sqrt{a^2 + b^2}$$

هر عبارت جبری نشان دهنده عددی است که با جایگذاری مقدار متغیرهایش معین خواهد شد.

مثال: عبارت جبری  $2(a + b)$  دارای دو متغیر  $a$  و  $b$  است. اگر به جای  $a$  و  $b$  اعداد مثبتی قرار دهیم،

مقدار این عبارت جبری نشان دهنده محیط مستطیلی است به طول  $a$  و

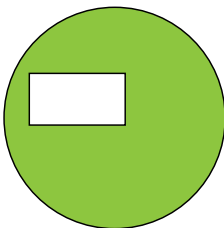
عرض  $b$ . مقدار این عبارت جبری به ازای  $a = 3$  و  $b = 5$  برابر است با

$16$   $2 \times (3 + 5)$  و مقدار این عبارت جبری به ازای  $a = 6$  و  $b = 12$  برابر

است با  $2 \times (6 + 12) = 36$ .

مثال: در شکل روبرو از سطح دایره ای به شعاع  $r$ ، سطح مستطیلی به

طول  $x$  و عرض  $y$  برداشته شده است. مساحت قسمت رنگی یک عبارت





جبری با متغیرهای  $x$  و  $y$  و  $r$  به صورت  $\pi r^2 xy$  است. توجه داشته باشید که  $\pi$  یک عدد مشخص است و متغیر نیست.

مقدار این عبارت جبری به ازای  $x=2$  و  $y=5$  و  $r=10$  برابر است با  $10 \times \pi \times 10 \times 5 \times 2 \times \pi$ .

مثال:  $a+b+\sqrt{a^2+b^2}$  یک عبارت جبری با متغیرهای  $a$  و  $b$  است. به ازای مقادیر مثبت برای  $a$  و  $b$ ، این عبارت جبری، محیط مثلث قائم الزاویه‌ای را نشان می‌دهد که طول ضلع‌های زاویه قائمه آن  $a$  و  $b$  است.

مقدار این عبارت جبری به ازای  $a=4$  و  $b=3$  برابر است با  $4+3+\sqrt{4^2+3^2}=7+\sqrt{25}=12$ .

مثال:  $2x^2y^2z$  یک عبارت جبری است و به ازای  $x=1$  و  $y=\sqrt{2}$  و  $z=3$  مقدار آن برابر است با  $-6 = -2 - 3 - (\sqrt{2})^2 - 1^2$ .

## یک جمله‌ای‌ها

ساده‌ترین نوع عبارت‌های جبری، آن‌هایی هستند که به صورت ضرب یک عدد در توان‌های صحیح نامنفی (عدد حسابی) از یک یا چند متغیر هستند. این گونه عبارت‌ها را یک جمله‌ای می‌نامند. برای مثال، عبارت‌های زیر یک جمله‌ای هستند.

$$xy, 3ab^2, 5y^2z^3, \frac{2}{5}a^3x^2y, -\sqrt{v}aby^2, 6$$

توجه داشته باشید که یک عدد نیز به تنهایی یک جمله‌ای محسوب می‌شود. برای مثال، عبارت‌های جبری زیر یک جمله‌ای نیستند.

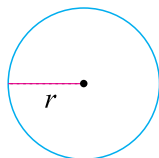
$$2x^2y, x\sqrt{y}, 3x^2y^3, 2+x\sqrt{x^2+1}, \frac{x^4y^2}{z}$$

در یک جمله‌ای‌ها، عددی که در متغیرها ضرب شده است را ضریب عددی آن یک جمله‌ای می‌نامند. در یک جمله‌ای  $2x^2y^4$  توان متغیر  $x$  عدد ۲ است، به همین خاطر گوییم درجه این یک جمله‌ای نسبت به متغیر  $x$  عدد ۲ است. همچنین درجه این یک جمله‌ای نسبت به متغیر  $y$  عدد ۴ است.

به طور کلی، توان متغیری را که در یک جمله‌ای وجود دارد درجه یک جمله‌ای نسبت به آن متغیر می‌نامند. مثال: اگر شعاع دایره‌ای را  $r$  بنامیم، مساحت این دایره  $\pi r^2$  است که یک، یک جمله‌ای با متغیر  $r$  و ضریب عددی  $\pi$  است. درجه این یک جمله‌ای نسبت به  $r$  عدد ۲ است.

در یک جمله‌ای‌هایی که فقط یک متغیر وجود دارد، توان آن متغیر را درجه آن یک جمله‌ای می‌گویند و نیازی به ذکر نام متغیر نیست.

محیط این دایره نیز برابر  $2\pi r$  است که آن هم یک جمله‌ای با متغیر  $r$  و ضریب عددی  $2\pi$  است. درجه این



یک جمله‌ای برابر ۱ است.

توجه کنید

اعداد مخالف صفر یک جمله‌ای‌های درجه صفر هستند.



تمرین در کلاس

۱- کدام یک از عبارت‌های زیر یک جمله‌ای هستند. ضریب عددی و درجه هر یک جمله‌ای را بر حسب متغیر  $x$  تعیین کنید. نمادهای حرفی، همگی متغیر هستند.

$$4x^2y, 5y^2x, 2\sqrt{2}xy, a\sqrt{b}, \frac{ab}{2}, \frac{ab}{x}$$

۲- جدول زیر را کامل کنید.

ضریب عددی	درجه نسبت به $x$	متغیرها	آیا یک جمله‌ای است؟	عبارت جبری
$\sqrt{3}$	۲	$x, y, z$	بله	$\sqrt{3}x^2yz^3$
				$4xy^3$
				$-a^2x$
				$4\frac{xy}{a}$
				$\frac{4}{v}xa^2b$
				$6y\sqrt{x}$

### جمع و تفریق یک جمله‌ای‌ها

در فعالیت زیر می‌خواهیم چگونگی جمع و تفریق یک جمله‌ای‌ها را مورد بررسی قرار دهیم.

به تساوی زیر توجه کنید :

$$5ax + (3 + 2)ax + 3ax + 2ax$$

۱- در تساوی بالا کدام خاصیت عمل ضرب مورد استفاده قرار گرفته است؟

۲- در طرف راست تساوی بالا، دو یک جمله‌ای وجود دارد. اختلاف این دو یک جمله‌ای در چیست؟



فعالیت

۳- طرف راست تساوی‌های زیر را مانند تساوی بالا بنویسید.

$$9ma^2x \quad (7 \ 2)ma^2x \quad \dots$$

$$4axy^2 \quad (9 \ 5)axy^2 \quad \dots$$

$$12ab^2x \quad (8 \ 3 \ 1)ab^2x \quad \dots$$

۴- شباهت‌ها و تفاوت‌های یک جمله‌ای‌هایی را که در طرف راست تساوی‌ها به وجود می‌آیند مشخص کنید.



یک جمله‌ای‌هایی که قسمت نمادهای حرفی و توان‌های متناظر آن‌ها یکسان است، یک جمله‌ای‌های متشابه می‌نامند.

مثال: یک جمله‌ای‌های زیر متشابه‌اند.

$$9yzx^2, \quad x^2yz, \quad \sqrt{3}zx^2y, \quad -\frac{5}{9}x^2zy$$

مثال: یک جمله‌ای‌های زیر متشابه نیستند.

$$2xy, \ 5xz, \ xya, \ 5ab$$



### تعالیفات

به تساوی‌های زیر توجه کنید.

$$4a \quad 6a \quad (4 \ 6)a \quad 10a$$

$$7xy^2 \quad 3xy^2 \quad (7 \ 3)xy^2 \quad 4xy^2$$

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

۱- از کدام خاصیت جمع و ضرب در محاسبات بالا استفاده شده است؟

۲- آیا در هر تساوی، یک جمله‌ای‌های آن متشابه‌اند؟

۳- چه رابطه‌ای بین ضرایب یک جمله‌ای‌هایی که در طرفین تساوی‌ها می‌بینید وجود دارد؟

۴- با توجه به عملیات بالا، محاسبات مشابهی را برای عبارت‌های زیر انجام دهید.

$$5x \quad 2x \quad \dots$$

$$9ab \quad 3ba \quad \dots$$

$$3xy^2 \quad 4xy^2 \quad \dots$$

$$\frac{1}{5}y^2 - \frac{2}{7}y^2 = \dots$$

$$4xyz \quad 2yxz \quad yzx \quad \dots$$

۵- آیا عبارت  $2a \quad 3ab$  را می‌توان به شکل یک جمله‌ای نوشت؟ چرا؟



از فعالیت‌های قبل می‌توان نتیجه گرفت :

- دو یا چند یک جمله‌ای متشابه را می‌توان با هم جمع یا از هم کم کرد.
- برای جمع یا تفریق یک جمله‌ای‌های متشابه، کافی است ضرایب عددی آن‌ها را با هم جمع یا از هم کم کنیم.
- بین یک جمله‌ای‌هایی که متشابه نیستند نمی‌توان جمع و تفریق انجام داد.

توجه کنید

$$3x \quad 5x \neq 8x^2, \quad 3x \quad 5y \neq 8xy$$

### ضرب یک جمله‌ای‌ها

به تساوی زیر توجه کنید :

$$4xy^2z \times 5x^2ya^2 \quad (4 \times 5)xx^2y^2zya^2 \quad 20x^3y^2za^2$$

۱- در این حاصل ضرب از کدام خاصیت عمل ضرب و قاعده توان‌رسانی استفاده شده است؟

۲- ضرایب عددی یک جمله‌ای‌های طرف چپ تساوی و ضریب عددی یک جمله‌ای طرف راست تساوی چه رابطه‌ای با هم دارند؟

۳- توان‌های هریک از متغیرهای یک جمله‌ای‌های طرف چپ تساوی با توان همان متغیر در طرف راست تساوی چه رابطه‌ای با هم دارند؟

۴- محاسبات بالا را برای عبارت‌های زیر نیز انجام دهید.

$$4x^2y^3z^2 \times 2xy^4w \quad \dots$$

$$3x^2a \times \frac{1}{5} ya^2 \quad \dots$$

از فعالیت بالا نتیجه می‌شود که :

در ضرب یک جمله‌ای‌ها، باید ضرایب عددی آن‌ها را در هم ضرب کنیم و توان‌های متغیرهای یکسان آن‌ها را با هم جمع کنیم و متغیرهای غیریکسان را در هم ضرب کنیم.



عبارت‌های زیر را به ساده‌ترین صورت خلاصه کنید.

۱)  $3x^2 \times 5y^2$

۲)  $4x^2y \times \frac{1}{2}xy^2$

۳)  $6xy \times 2y^2 \times \frac{1}{3}x^2y$



مسائل

۱- در عبارت‌های زیر تعیین کنید کدام عبارت یک جمله‌ای است و ضریب عددی آن و درجه آن را نسبت به هر کدام از متغیرهایش تعیین کنید.

الف)  $4ab^2$  ، ب)  $\frac{2x}{yz}$  ، ج)  $4x^2a\sqrt{y}$  ، د)  $-\frac{4}{5}xyz$  ، هـ)  $\frac{x^2yz^3}{2}$   
۲- در جای خالی عبارت مناسب بنویسید.

الف)  $9a^2$   $4a^2$

ب)  $2ax$   $16ax$

ج)  $2ax$    $ax$

د)  $\frac{ab}{2}$    $\frac{3ab}{2}$

۳- عبارت‌های زیر را در صورت امکان ساده کنید.

الف)  $4x^2$   $2x^2$

ب)  $5t$   $3/5t$  ج)  $2xy^2$   $xy^2$   $5y^2x$

د)  $\frac{ab}{2} - \frac{ba}{3}$

هـ)  $a^2b$   $3b^2a$  و)  $2xyz$   $4yxz$   $1/6zyx$

۴- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف)  $4xy \times 5x^2y^2$

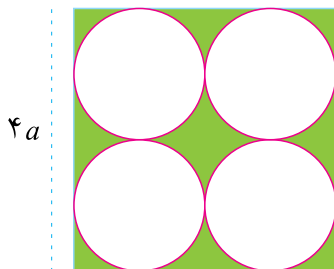
ب)  $2xy \times \frac{1}{3}x^2yz^2$  ج)  $(-\frac{1}{4}xy^2)(-\frac{1}{3}x^2y)^2$

د)  $4x(2y - 3)$

هـ)  $(2x - 4y)x$  و)  $\frac{x}{4}(a + b^2)$

۵- اگر  $a$  و  $b$  اعدادی باشند به طوری که  $5b$   $2a$  و  $3c$  مقدار  $(b - c)$   $a$  چقدر خواهد بود؟

۶- از سطح مربع روبرو چهار دایره مساوی خارج شده است، نشان دهید که مساحت قسمت رنگی، به صورت یک جمله‌ای با متغیر  $a$  است. درجه و ضریب عددی این یک جمله‌ای را تعیین کنید.



## چند جمله ای ها

آن دسته از عبارت های جبری که به صورت جمع چند یک جمله ای غیر متشابه هستند را چند جمله ای می نامند.  
یک جمله ای ها نیز چند جمله ای محسوب می شوند.  
مثال : عبارت های زیر چند جمله ای هستند.

$$3x^2y + 8xyz - \sqrt{6}y^3 + 1, \quad x^2yz - 5x^2z^2 - 3, \quad 12z^2 - xy^5 + \frac{\sqrt{3}}{5}yz^3 - 1$$

اگر متغیری مانند  $x$  در یک چند جمله ای وجود داشته باشد، بزرگ ترین توانی از  $x$  را که در آن چند جمله ای وجود دارد درجه آن چند جمله ای نسبت به  $x$  می نامند.

مثال : چند جمله ای های  $2x, x^2, 9x^2y, y^2z, 9x^2y^2 - \frac{x}{4}y^2 - \sqrt{5}z^3$  نسبت به  $x$  از درجه ۱ هستند.  
چند جمله ای های  $2x^2, xy, 5x^2z^5, y^2z^5, 3x^2y^2 - yx^3$  نسبت به  $x$  از درجه ۲ هستند.  
چند جمله ای های  $5x^2y, xyz, yx^2, x^2z^2, x^2y^2$  نسبت به  $x$  از درجه ۳ هستند.  
برای نوشتن چند جمله ای های یک متغیره، روش استاندارد آن است که یک جمله ای هایی که در چند جمله ای وجود دارند به ترتیب از بزرگ ترین توان تا کوچک ترین توان نوشته شوند. این شیوه نوشتن چند جمله ای های یک متغیره را نمایش استاندارد چند جمله ای ها می نامند. برای مثال، نمایش استاندارد برخی چند جمله ای ها در زیر آمده است.

چند جمله ای	نمایش استاندارد
$-5x + 1 + 3x^2$	$3x^2 - 5x + 1$
$4y^2 - 3 - y^5 + y$	$-y^5 + 4y^2 + y - 3$
$15 - a^2 + 2a^6 + 8a^5$	$2a^6 + 8a^5 - a^2 + 15$

## جمع و ضرب چند جمله ای ها

از آن جا که چند جمله ای ها به صورت جمع چند یک جمله ای هستند، برای جمع چند جمله ای ها، کافی است جمله های متشابه آن ها را با هم جمع کنیم.

مثال : جمع دو چند جمله ای  $4yz^2, 5xy^2, 6yz^2$  و  $5xy^2, 4yz^2, 8xy^2$  را بنویسید.

$$(4yz^2 + 5xy^2 + 6yz^2) + (5xy^2 + 4yz^2 + 8xy^2) = 10yz^2 + 10xy^2$$

مثال : جمع دو چند جمله ای  $4a^2b^2, 3b, 7$  و  $4a^2b^2, 4b, 15$  را بنویسید.

$$(4a^2b^2 + 3b + 7) + (4a^2b^2 + 4b + 15) = 8a^2b^2 + 7b + 22$$

برای ضرب چند جمله ای ها، ابتدا ضرب یک جمله ای ها در چند جمله ای ها را بررسی می کنیم.

مثال : حاصل ضرب یک جمله ای  $2xy$  در چند جمله ای  $3xy^2, x^2y$  را حساب کنید.

$$2xy(x^2y + 3xy^2) = 2xy \times x^2y + 2xy \times 3xy^2 = 2x^3y^2 + 6x^2y^3$$

در محاسبه بالا، ابتدا با استفاده از خاصیت پخش ضرب نسبت به جمع، عبارت به صورت ضرب بین یک جمله ای ها در آمده است، سپس از قاعده ضرب یک جمله ای ها استفاده شده است.

مثال: حاصل ضرب یک جمله ای  $5a^2x$  در چندجمله ای  $x^2 + a^2$  را حساب کنید.

$$5a^2x(x^2 + a^2) = (5a^2x) \times x^2 + (5a^2x) \times (a^2) = 5a^2x^3 + 5a^4x$$

برای ضرب دو چندجمله ای در یکدیگر، تک تک جمله های یکی از چندجمله ای ها را در چندجمله ای دیگر ضرب می کنیم.

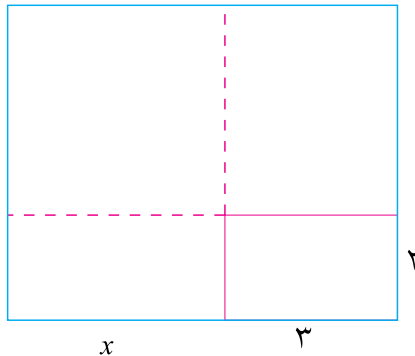
مثال: حاصل ضرب چندجمله ای  $x^2 + 2x + 1$  در چندجمله ای  $x + 1$  را به دست آورید.

$$(x^2 + 2x + 1)(x + 1) = x^2(x + 1) + 2x(x + 1) + 1(x + 1) = x^3 + x^2 + 2x^2 + 2x + x + 1 = x^3 + 3x^2 + 3x + 1$$

علت درستی محاسبه بالا، خاصیت پخش ضرب نسبت به جمع است.  $(x + 1)$  مانند یک عدد در نظر گرفته شده است و در  $x^2 + 2x + 1$  ضرب شده است.

مثال: مستطیلی با طول ۳ و عرض ۲ را در نظر بگیرید. اگر

طول و عرض این مستطیل را  $x$  واحد افزایش دهیم، مساحت آن چقدر می شود؟



طول و عرض مستطیل جدید عبارت است از  $x + 3$  و  $x + 2$  پس مساحت مستطیل جدید برابر است با  $(x + 3)(x + 2)$  که ضرب دو چندجمله ای است.

$$(x + 3)(x + 2) = x(x + 2) + 3(x + 2) = x^2 + 2x + 3x + 6 = x^2 + 5x + 6$$

مثال: حاصل ضرب چندجمله ای  $xy + yz + 2$  در چندجمله ای  $x^2 + y^2 + 1$  را به دست آورید.

$$(xy + yz + 2)(x^2 + y^2 + 1) = xy(x^2 + y^2 + 1) + yz(x^2 + y^2 + 1) + 2(x^2 + y^2 + 1) = x^3y + xy^3 + xy + x^2yz + y^3z + yz + 2x^2 + 2y^2 + 2$$

### ابوبکر محمدبن حسین کرجی

ریاضیدان مسلمان (نیمه دوم قرن چهارم قمری)، از نخستین کسانی بود که عملیات حسابی مانند جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و ریشه یابی را برای ساختن و ساده کردن عبارات جبری به کار برد. او عبارات جبری هم چون «مال مال و چهارمکعب و شش کمتر»  $(6x^4 - 4x^2)$  را ساخت. کرجی توان های مختلف مجهولات در عبارات جبری را «مراتب» می نامید که مانیز امروزه همین کار را می کنیم. کرجی دریافت که حاصل ضرب  $x^n$  در  $\frac{1}{x^n}$  یک می شود. با این که او می دانست  $a \cdot b = a(b)$  ولی از قانون  $(a \cdot b) = a(b)$  بی خبر بود.



### مسائل

- ۱- طول ضلع یک مثلث متساوی الاضلاع را  $a$  نامیده ایم. محیط این مثلث را بر حسب  $a$  حساب کنید. آیا این عبارت یک جمله ای است؟ در این صورت ضریب عددی و درجه آن را مشخص کنید.
- ۲- حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

الف)  $(x - y)(2x - 3y)$

ب)  $(x^2 - y^2)(2x^2 - 5y)$

ج)  $2x^2 - xy - 3x^2 - yx$

د)  $(3k^2 - 5kt)(10k^2 - 3kt)$

- ۳- اگر داشته باشیم  $A = 1 - 2x^2$  و  $B = 3x^2 - 4x - 1$  و  $C = x^2 - x$  حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

ج)  $(A - B) - 3C$

ب)  $A - B$

الف)  $A - B$

و)  $C^2 - A^2$

هـ)  $A^2$

د)  $C^2$

- ۴- حاصل عبارت های زیر را به ساده ترین صورت بنویسید.

الف)  $4(x - y)$

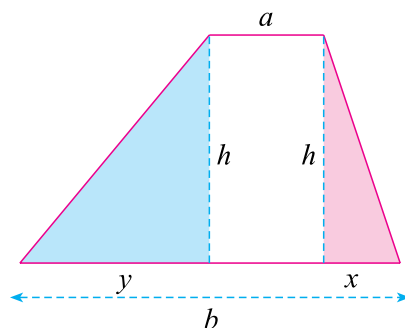
ب)  $2x(x - 3) - 9x(x - 4)$

ج)  $(x - 1)(x^2 - x - 1)$

- ۵- با استفاده از شکل زیر و استفاده از مساحت مثلث ها و مستطیل، فرمول مساحت دوزنقه را که به صورت

$$S = \frac{1}{2}(a + b)h$$

است، پیدا کنید.







شعاعیت

۱- به ازای مقادیر داده شده برای  $x$  جدول را کامل کنید.

$x$	$x^2$	$6x$	$x^2 + 6x + 9$	$(x+3)^2$
-۳				
-۲				
$\frac{1}{2}$				

۲- با مقایسه دو ستون آخر جدول چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ اگر جدول را به ازای چند مقدار دیگر برای  $x$  ادامه دهیم، چه حدسی برای رابطه بین دو ستون آخر می‌زنید؟

۳- به دلخواه خود چند مقدار دیگر برای  $x$  در نظر بگیرید و حدس خود را آزمایش کنید.

۴-  $(x+3)^2$  همان حاصل ضرب  $(x+3)(x+3)$  است. این عمل ضرب را انجام دهید و حاصل را با چندجمله‌ای  $x^2 + 6x + 9$  مقایسه کنید. آیا این بررسی، حدس شما را تأیید می‌کند؟

تساوی  $x^2 + 6x + 9 = (x+3)^2$  به ازای هر مقداری از  $x$  برقرار است. این گونه تساوی‌ها را اتحاد می‌نامند.

اگر دو عبارت جبری به گونه‌ای باشند که به ازای هر مقداری برای متغیرهایشان، مقدارهای یکسانی داشته باشند، عبارت حاصل از تساوی بین آن‌ها را اتحاد می‌نامند.

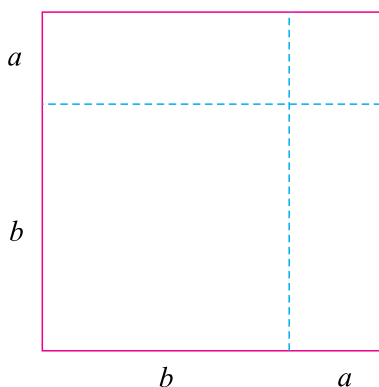


تمرین در کلاس

۱- توان رسانی را در عبارت  $(x+5)^2$  انجام دهید و یک اتحاد از طریق آن بنویسید.

۲- توان رسانی را در عبارت  $(2x+6)^2$  انجام دهید و یک اتحاد از طریق آن بنویسید.

۳- توان رسانی را در عبارت  $(a+b)^2$  انجام دهید و یک اتحاد از طریق آن بنویسید.



یک مربع رسم کنید و ضلع آن را به دو پاره خط تقسیم کنید و طول این پاره خط‌ها را  $a$  و  $b$  بنامید.  
مساحت این مربع را یک بار مستقیماً از طریق طول ضلع آن، و بار دیگر به صورت مجموع مساحت‌های مربع‌ها و مستطیل‌های کوچک‌تر محاسبه کنید و آن‌ها را مساوی یکدیگر قرار دهید. چه نتیجه‌ای به دست می‌آورد؟

برای هر دو عدد  $a$  و  $b$ ، با محاسبه  $(a+b)(a+b)$  نتیجه می‌شود تساوی زیر به ازای هر مقداری برای  $a$  و  $b$  برقرار است.

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

تساوی بالا یک اتحاد است و آن را اتحاد «مربع دو جمله‌ای» می‌نامند.  
از آن جا که در یک اتحاد، تساوی به ازای هر مقداری از متغیرها برقرار است، اگر به جای متغیرها، عبارت‌های جبری نیز قرار دهیم باز هم تساوی برقرار خواهد بود. این عمل را جایگذاری می‌نامند.  
مثال: در اتحاد  $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ ، به جای  $a$ ،  $xy$  و به جای  $b$ ،  $3$  قرار می‌دهیم. در نتیجه:

$$(xy+3)^2 = (xy)^2 + 2(xy) \times 3 + 3^2$$

پس از ساده کردن، تساوی بالا به شکل  $(xy+3)^2 = x^2y^2 + 6xy + 9$  درمی‌آید. این تساوی نیز یک اتحاد است.



اتحاد مربع دو جمله‌ای  $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  را در نظر بگیرید.

- ۱- در طرفین تساوی، به جای  $a$  عبارت  $x$  و به جای  $b$  عبارت  $3y$  قرار دهید و اتحاد به دست آمده را بنویسید.
- ۲- در طرفین تساوی، به جای  $a$  مقدار  $(-1)$  و به جای  $b$  عبارت  $y^2$  قرار دهید و اتحاد به دست آمده را بنویسید.
- ۳- در طرفین تساوی، به جای  $a$  عبارت  $xz$  و به جای  $b$  عبارت  $(-y)$  قرار دهید و اتحاد به دست آمده را بنویسید.

اگر در اتحاد مربع دو جمله‌ای  $a^2 + 2ab + b^2$  به جای  $b$ ،  $(b)$  قرار دهیم، نتیجه می‌شود:

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

این تساوی نیز یک اتحاد است و آن را نیز اتحاد مربع دو جمله‌ای می‌نامند.

با جایگذاری عبارت‌های دلخواه روی متغیرهای یک اتحاد، اتحادهای دیگری ساخته می‌شوند که آن‌ها را نمونه‌ای

از اتحاد اولیه می‌نامند. برای مثال، اتحادهای زیر همگی نمونه‌ای از اتحاد مربع دو جمله‌ای هستند.

$$(x + 1)^2 = x^2 + 2x + 1, (xy + 4z)^2 = x^2y^2 + 8xyz + 16z^2, (\sqrt{5} - 2t)^2 = 5 - 4\sqrt{5}t + 4t^2$$



تمرین در کلاس

الف) با استفاده از اتحاد مربع دو جمله‌ای محل‌های نقطه‌چین را با عبارت مناسب پر کنید.

$$(a + 1)^2 = a^2 + \dots + 1$$

$$(1 + b)^2 = \dots + 2b + \dots$$

$$(x + 6y)^2 = \dots$$

$$(ax + 3)^2 = \dots + 6ax + \dots$$

$$(x^2 + yz)^2 = \dots$$

ب) محاسبه زیر را در نظر بگیرید و درستی هر مرحله را توضیح دهید.

$$(a + b)(x + y) = a(x + y) + b(x + y) = ax + ay + bx + by$$

ج) محاسبه بالا را از آخرین تساوی به اولین تساوی مجدداً بنویسید و درستی هر مرحله را توضیح دهید.

اگر اتحاد مربع دو جمله‌ای را به صورت  $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  بنویسیم، مانند آن است که یک چندجمله‌ای را

که به صورت مجموعی از یک جمله‌ای هاست به صورت ضرب دو چندجمله‌ای درآورده ایم.

اگر بتوان یک چندجمله‌ای را به صورت ضرب دو یا چند، چندجمله‌ای نوشت به طوری که درجه آن‌ها کمتر باشد، گوییم آن چندجمله‌ای را تجزیه کرده ایم.

تجزیه چندجمله‌ای‌ها عکس عمل ضرب چندجمله‌ای‌ها است. در عمل ضرب، عبارت‌هایی را که به صورت

حاصل ضرب هستند، با انجام عمل ضرب، به صورت جمع چند یک جمله‌ای درمی‌آوریم. ولی در تجزیه،

یک چندجمله‌ای را که به صورت جمع چند یک جمله‌ای است، به صورت حاصل ضرب دو یا چند، چند

جمله‌ای دیگر درمی‌آوریم.

اگرچه عمل ضرب ساده است ولی عمل تجزیه آسان نیست و فقط در حالت‌های خاص می‌توان آن را انجام داد.

مثال: عبارت  $x^2 + 8x + 16$  را تجزیه کنید.

این عبارت نمونه‌ای از اتحاد مربع دو جمله‌ای است و داریم  $(x + 4)^2 = x^2 + 8x + 16$ .

اتحادها نقش مهمی در تجزیه چندجمله‌ای‌ها دارند. هر اتحادی در واقع نشان‌دهنده یک عمل تجزیه است و با استفاده از نمونه‌های این اتحادها می‌توان برخی از تجزیه‌ها را انجام داد.



تجزیه در اتحاد

با استفاده از اتحاد مربع دو جمله‌ای چندجمله‌ای‌های زیر را تجزیه کنید.

$$x^2 - 10x + 25, \quad 4a^2 - 4ax + x^2, \quad x^2y^2 - 8xy + 16, \quad x^2 - 2x^2yz + y^2z^2$$

مسائل



۱- با استفاده از اتحادها، حاصل عبارت‌های زیر را بنویسید.

$$(x-1)^2 \quad (x-1)^2 \quad (2a-b)^2$$

$$(a-3b)^2 \quad (2a-3b)^2 \quad (4a-2)^2$$

$$\left(2x + \frac{1}{y}\right)^2 = \quad (x-2)^2 (x-1)^2$$

۲- عبارت‌های زیر را به صورت حاصل ضرب دو عبارت بنویسید.

$$a^2 - 4a + 4 \quad y^2 - 6y + 9$$

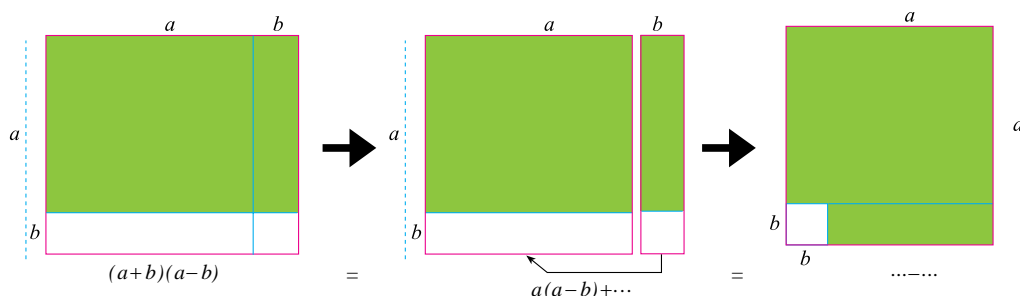
$$9x^2 - 6x + 1 \quad x^2 - 2xy + y^2$$

فعالیت



دو عدد مثبت  $a$  و  $b$  را با شرط  $b < a$  در نظر بگیرید.

۱- از روی شکل زیر در محل‌های نقطه‌چین مساحت قسمت‌های رنگی را بنویسید.



۲- اتحادی را که به دست آورده‌اید، بنویسید.

۳- عمل ضرب  $(a-b)(a+b)$  را انجام دهید و اتحاد به دست آمده را بنویسید. اتحادهای به دست آمده را با هم مقایسه کنید.

با محاسبه مستقیم نتیجه می شود :

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

این یک اتحاد است و آن را «اتحاد مزدوج» می نامند. از این اتحاد نیز در تجزیه عبارات جبری استفاده می شود.

مثال :

$$\begin{aligned} & (x^2 - 4)(x^2 + 2) \\ & -2a^2 + 9b^2 = (3b)^2 - (\sqrt{2}a)^2 = (3b - \sqrt{2}a)(3b + \sqrt{2}a) \end{aligned}$$

توجه داشته باشید که در تجزیه چندجمله ای ها، رادیکالی شدن ضرایب عددی اشکالی ندارد و در تجزیه فقط باید چندجمله ای های با درجه کوچک تر به دست آوریم.



تمرین در کلاس

۱- با استفاده از اتحاد مزدوج در محل های نقطه چین عبارات مناسب بگذارید.

$$\begin{aligned} & (x^2 - 4)(x^2 - 4) \quad x^2 \dots \\ & (2x^2 - 3)(2x^2 - 3) \dots 9 \\ & (ab - x)(ab - x) \dots \\ & (x + \dots)(x - \dots) = x^2 - \frac{1}{4} \end{aligned}$$

۲- با استفاده از اتحاد مزدوج چندجمله ای های زیر را تجزیه کنید.

$$x^2 - 9, \quad 4x^2 - y^2, \quad \frac{x^2}{4} - \frac{z^2}{9}, \quad x^2y^4 - 9z^2$$

استفاده از اتحادها برخی محاسبات با اعداد بزرگ را ساده تر می کند.

مثال : مقدار  $999^2$  را حساب کنید.

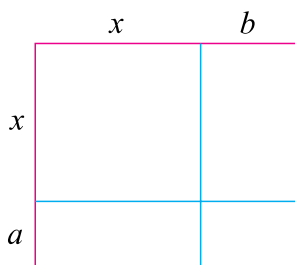
$$999^2 = (1000 - 1)^2 = (1000)^2 - 2 \times 1000 \times 1 + 1 = 1000000 - 2000 + 1 = 998001$$

مثال : مقدار  $998 \times 1002$  را حساب کنید.

$$998 \times 1002 = (1000 - 2)(1000 + 2) = (1000)^2 - 2^2 = 1000000 - 4 = 999996$$



فعالیت



برای سه عدد مثبت  $x$  و  $a$  و  $b$ ، مستطیلی به طول  $x+a$  و عرض  $x+b$  مانند روبه رو رسم شده است.

۱- مساحت این مستطیل را یک بار از طریق طول و عرض آن و یک بار از طریق مساحت مربع و مستطیل های داخل آن حساب کنید و مساحت های به دست آمده را مساوی قرار دهید. اتحاد به دست آمده

را بنویسید.

۲- عمل ضرب  $(x+b)(x-b)$  را انجام دهید و اتحاد به دست آمده را بنویسید. این اتحاد را با اتحاد به دست آمده در بالا مقایسه کنید.

با انجام عمل ضرب  $(x+a)(x-b)$  نتیجه می شود :

$$(x+a)(x-b) = x^2 + (a-b)x - ab$$

این یک اتحاد است و آن را اتحاد «یک جمله مشترک» می نامند.

مثال : چندجمله ای های زیر را تجزیه کنید.

$$x^2 - 5x + 4 = (x-1)(x-4)$$

$$(x-4)(x-1)$$

$$x^2 - 5x + 6 = (x-2)(x-3)$$

$$(x-2)(x-3)$$

مثال : چندجمله ای  $x^2 - 5x + 3$  را تجزیه کنید.

با بررسی این چندجمله ای می توان فهمید که دو برابر این چندجمله ای را راحت تر می توان تجزیه کرد. اگر

این چندجمله ای را A بنامیم، داریم :

$$2A = 4x^2 - 10x + 6 = (2x)^2 - 5(2x) + 6 = (2x-1)(2x-6)$$

$$A = \frac{(2x+1)(2x-6)}{2} = (2x+1)(x-3)$$

تمرین در کلاس



۱- با استفاده از اتحاد یک جمله مشترک حاصل عبارت های زیر را بنویسید.

$$1)(x-1)(x-2)$$

$$2)(2x-1)(2x-4)$$

$$3)(ax-5)(ax-b)$$

$$4)(x-a)(x-b)$$

۲- با استفاده از اتحاد یک جمله مشترک چندجمله ای های زیر را تجزیه کنید.

$$x^2 - 4x + 3, \quad x^2 - x + 2, \quad x^2 - 6x + 8$$

۳- چندجمله ای زیر را تجزیه کنید.

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



۱- محاسبه زیر را انجام دهید و از طریق آن یک اتحاد بنویسید.

$$(a+b)(a^2-ab+b^2)$$

۲- در اتحاد به دست آمده در بند (۱) به جای  $b$ ،  $(-b)$  قرار دهید و یک اتحاد از طریق آن بنویسید.

۳- محاسبه زیر را تکمیل کنید و یک اتحاد از طریق آن بنویسید.

$$(a+b)^3 - (a-b)^3$$

۴- در اتحاد به دست آمده در بند (۳) به جای  $b$ ،  $(-b)$  قرار دهید و یک اتحاد از طریق آن بنویسید.

تساوی های زیر به ازای هر مقداری از  $a$  و  $b$  برقرارند و آن ها را اتحاد های تفاضل و مجموع مکعب دو جمله می نامند.

$$a^3 - b^3 = (a-b)(a^2 + ab + b^2)$$

$$a^3 + b^3 = (a+b)(a^2 - ab + b^2)$$

تساوی های زیر به ازای هر مقداری از  $a$  و  $b$  برقرارند و آن ها را اتحاد مکعب دو جمله ای می نامند.

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

$$(2x-1)(4x^2+2x+1) = (2x)^3 - 1^3 = 8x^3 - 1 \quad \text{مثال ۱:}$$

$$(a+2b)(a^2-2ab+4b^2) = a^3 + (2b)^3 = a^3 + 8b^3 \quad \text{مثال ۲:}$$

$$(2a-3b)^3 = (2a)^3 - 3(2a)^2(3b) + 3(2a)(3b)^2 - (3b)^3 = 8a^3 - 36a^2b + 54ab^2 - 27b^3 \quad \text{مثال ۳:}$$

$$\left(\frac{a}{3} - \frac{b}{2}\right)^3 = \left(\frac{a}{3}\right)^3 - 3\left(\frac{a}{3}\right)^2\left(\frac{b}{2}\right) + 3\left(\frac{a}{3}\right)\left(\frac{b}{2}\right)^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^3 \quad \text{مثال ۴:}$$

$$= \frac{a^3}{27} - \frac{a^2b}{6} + \frac{ab^2}{4} - \frac{b^3}{8}$$

مثال ۵: عبارت  $x^6 - 1$  را تجزیه کنید.

$$\begin{aligned} x^6 - 1 &= (x^2)^3 - 1^3 \\ &= (x^2 - 1)(x^4 + x^2 + 1) \\ &= (x - 1)(x + 1)(x^4 + x^2 + 1) \end{aligned}$$



۱- با استفاده از اتحادها حاصل عبارت‌های زیر را بنویسید.

$$۱) (x+۲)(x^۲-۲x+۴)=$$

$$۲) (۲x-۳y)(۴x^۲+۶xy+۹y^۲)=$$

$$۳) (x+۵)^۳=$$

۲- با استفاده از اتحادها چندجمله‌ای‌های زیر را تجزیه کنید.

$$x^۲+۸ \quad , \quad ۲۷x^۳-\frac{1}{۸} \quad , \quad a^۶-۶۴b^۶$$

### مسائل



۱- کدام یک از تساوی‌های زیر اتحاد هستند؟

$$۱) x+x=۲x$$

$$۲) x \times x = x^۲$$

$$۳) x^۴-x^۲=x^۲(x-۱)(x+۱)$$

۲- با استفاده از اتحادها حاصل عبارت‌های زیر را بنویسید.

$$(x+۱)(x+۲)=$$

$$(x-۱)(x+۵)=$$

$$(۲x-۴)(۲x+۳)=$$

$$(x-\sqrt{۲})(x+\sqrt{۲})=$$

$$\left(\frac{1}{۲}-x\right)\left(\frac{1}{۲}+x\right)=$$

۳- به کمک اتحادها عبارت‌های زیر را تجزیه کنید.

$$x^۲-a^۲=$$

$$۲-a^۲=$$

$$۴x^۲-۹=$$

$$\frac{x^۲}{۴}-\frac{1}{۲۵}=$$

$$۱۶x^۲-۳۶y^۲=$$

$$a^۲x^۲-b^۲y^۲=$$

$$x^۲-(a+b)x+ab=$$

$$x^۲-۷x+۱۲=$$

$$x^۲+۲\sqrt{۲}x+۲=$$

۴- حاصل عبارت‌های زیر را به کمک اتحادها به دست آورید.

$$(x-۲)(x^۲+۲x+۴)=$$

$$(x+۳)(x^۲-۳x+۹)=$$

$$(۲x+۱)(۴x^۲-۲x+۱)=$$

$$(x+۱)^۳=$$

$$(۲a+۱)^۳=$$

$$(a-۲)^۳=$$



۵- به کمک اتحادها، عبارت‌های زیر را به صورت ضرب دو یا چند عبارت بنویسید.

$$x^2 - 27$$

$$x^2 - 1$$

$$a^2 - 8b^2$$

$$x^2 - 3x^2 - 3x - 1$$

$$y^2 - 6y^2 - 12y - 8$$

۶- چندجمله‌ای‌های زیر را تجزیه کنید.

$$x^4 - 2x^2 - 1$$

$$x^4 - 1$$

$$x^6 - 3x^2 - 3x^2 - 1$$

$$x^4 - x^2 - 2$$

۷- برای اعداد مثبت  $a$ ،  $b$  و  $c$  با رسم یک شکل ثابت کنید:

$$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc$$

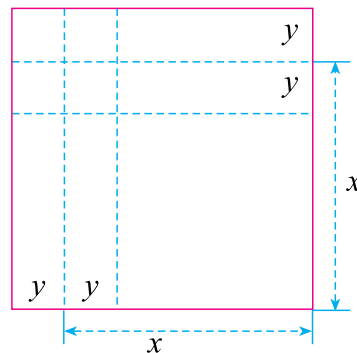
این تساوی را با استفاده از اتحاد مربع دو جمله‌ای ثابت کنید. اگر به جای  $b$ ،  $(-b)$  قرار دهیم نتیجه بگیریم:

$$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc$$

۸- با استفاده از اتحاد مزدوج، تساوی زیر را ثابت کنید:

$$(x + y)^2 - (x - y)^2 = 4xy$$

تساوی بالا را با استفاده از اتحاد مربع دو جمله‌ای ثابت کنید. در حالتی که  $x$  و  $y$  اعداد مثبتی باشند و  $x > y$ ، تساوی بالا را به کمک شکل زیر ثابت کنید.



ابوبکر محمدبن حسین کرجی فرمول زیر را اثبات کرده است:

$$\sqrt{A+B} = \sqrt{\frac{A + \sqrt{A^2 - B^2}}{2}} + \sqrt{\frac{A - \sqrt{A^2 - B^2}}{2}}$$

آیا می‌توانید به کمک اتحادها این فرمول را ثابت کنید؟ ( $A$  و  $B$  اعدادی مثبت هستند و  $B < A$ )



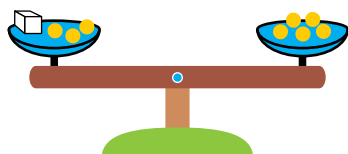
# معادلات درجه اول و معادله خط



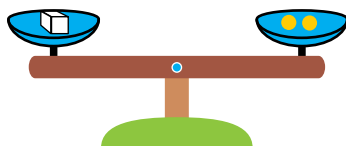
به نظر شما بالا رفتن از پله‌ای که می‌بینید آسان‌تر است یا بالا رفتن از سطح شیب‌داری که در کنار آن است؟  
نسبت بالا رفتن از آن‌ها به مسافت افقی طی شده در آن‌ها چه قدر است؟

## معادله

شکل زیر یک ترازوی دوکفه‌ای را نشان می‌دهد که در دو طرف آن چند وزنه یک کیلوگرمی و یک جسم با وزن نامعلوم قرار داده شده تا ترازو به حالت تعادل درآید.



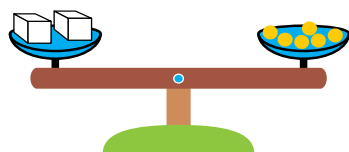
به تعادل درآمدن ترازو به معنای آن است که وزن اجسام قرارگرفته در دوکفه ترازو مساوی است. پس، اگر وزن نامعلوم جسم را  $x$  بنامیم، عبارت ریاضی بیان‌کننده این وضعیت  $5x = 3x + 2$  است. مقدار  $x$  چقدر است که این تساوی برقرار شده است؟ برای پاسخ به این سؤال، می‌توانیم از هر دو کفه ترازو سه وزنه یک کیلوگرمی را برداریم؛ که در این صورت باز هم ترازو در حالت تعادل باقی می‌ماند.



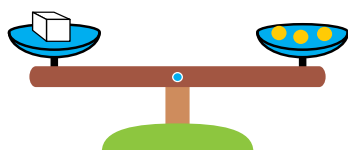
این عمل به معنای آن است که اگر از طرفین تساوی  $5x = 3x + 2$  عدد ۳ را کم کنیم باز هم تساوی برقرار می‌ماند. یعنی  $3x = 3x + 2 - 3x$ ، پس  $2x = 2$ . ترازو نیز نشان می‌دهد که جسم ۲ کیلوگرم وزن دارد. از این مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت که اگر از طرفین یک تساوی، عدد یکسانی را کم کنیم یا به آن اضافه کنیم باز هم تساوی برقرار می‌ماند. به عبارت دیگر:

اگر  $a, b$ ، آن‌گاه  $a + c = b + c$ .

اگر  $a, b$ ، آن‌گاه  $a - c = b - c$ .



شکل روبه‌رو ترازویی را نشان می‌دهد که در یک طرف آن دو جسم یکسان با وزن نامعلوم و در طرف دیگر آن ۶ وزنه یک کیلوگرمی قرار دارد و ترازو به حالت تعادل درآمده است.



اگر وزن نامعلوم جسم را با  $x$  نشان دهیم، عبارت ریاضی بیان کننده این وضعیت  $۲x = ۶$  است. اگر وزن های هر طرف ترازو را به دو قسمت مساوی تقسیم کنیم و از هر کفه ترازو، نیمی از وزن آن را برداریم باز هم تعادل برقرار می ماند زیرا نصف دو وزن مساوی باز هم مساوی اند.

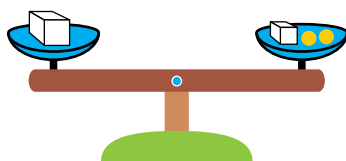
این عمل به معنای آن است که در تساوی  $۲x = ۶$ ، طرفین را بر ۲ تقسیم کرده ایم و باز هم تساوی برقرار مانده است. یعنی  $\frac{۲x}{۲} = \frac{۶}{۲}$ ، پس  $۳ = x$ . ترازو نیز نشان می دهد وزن جسم ۳ کیلوگرم است. اگر طرفین یک تساوی را در عددی ضرب یا بر عدد مخالف صفری تقسیم کنیم، باز هم تساوی برقرار می ماند. به عبارت دیگر:

اگر  $a$ ،  $b$ ،  $c$ ،  $ac$ ، آن گاه

اگر  $a$  و  $b$  مخالف صفر باشد، آن گاه  $\frac{a}{c} = \frac{b}{c}$ .



محسن آقا مغازه دار است. روزی یک مشتری از او نمک خواست. محسن آقا در مغازه دو بسته نمک، یکی کوچک و یکی بزرگ داشت اما وزن آن ها را نمی دانست؛ فقط می دانست که وزن بسته کوچک تر نصف وزن بسته بزرگ تر است. بنابراین بسته بزرگ تر را در یک کفه، و بسته کوچک تر را در کفه دیگر ترازو قرار داد و در کفه دوم آن قدر وزنه گذاشت تا ترازو به حال تعادل درآمد. وزنه های



مورد نیاز برای به تعادل درآمدن ترازو دو وزنه یک کیلوگرمی بود.  
۱- آیا می توانید با توجه به شکل توضیح دهید که وزن هریک از بسته های نمک چقدر است؟

۲- رابطه ریاضی بین وزن هایی را که در دو کفه ترازو قرار دارند، بنویسید و وزن هر بسته را به دست آورید.

۳- رابطه ریاضی دیگری برای حل همین مسئله بنویسید و مسئله را حل کنید.

در عملیات بالا، برای یافتن وزن نامعلوم یک جسم، مقدار وزن نامعلوم را با یک نماد مانند  $x$  نشان دادیم و یک تساوی بر حسب  $x$  به دست آوردیم. این گونه تساوی ها را معادله، و مقدار نامعلوم را مجهول معادله و یافتن مجهول را حل معادله می نامند. حل یک معادله، با عملیات ریاضی و ساختن یک معادله ساده تر انجام می شود. معادلاتی نظیر معادلاتی که در این فصل روی آن ها کار خواهیم کرد، با عملیات زیر که آن ها را

عملیات جبری ساده می‌نامند، می‌توان حل کرد.

۱- جمع طرفین معادله با مقدارهای مساوی،

۲- کم کردن مقدارهای مساوی از طرفین معادله،

۳- ضرب طرفین معادله در مقدارهای مخالف صفر مساوی،

۴- تقسیم طرفین معادله بر مقدارهای مساوی مخالف صفر.

با انجام عملیات جبری ساده و محاسبات معمولی می‌توان به معادله‌ای رسید که مجهول معادله در یک طرف و مقادیر معلوم در طرف دیگر قرار گیرند و با این اعمال، معادله حل خواهد شد.

مثال: معادله  $10x - 4 = 1$  را حل کنید.

$$10x - 4 = 1$$

$$10x - 4 + 4 = 1 + 4$$

$$10x = 5$$

$$\frac{10x}{10} = \frac{5}{10}$$

$$x = \frac{5}{10} = 0.5$$

مثال: معادله  $2(3x - 4) = 3x + 1$  را حل کنید.

$$2(3x - 4) = 3x + 1$$

$$6x - 8 = 3x + 1$$

$$6x - 8 - 3x = 3x + 1 - 3x$$

$$3x - 8 = 1$$

$$3x - 8 + 8 = 1 + 8$$

$$3x = 9$$

$$x = \frac{9}{3} = 3$$

مثال: معادله  $\frac{2}{5}(x - 4) = 2x + 1$  را حل کنید. برای حل یک مسئله معمولاً راه‌های متفاوتی را می‌توان در پیش گرفت. برای مثال این معادله را با دو روش حل می‌کنیم.

روش اول

$$\frac{2}{5}(x - 4) = 2x + 1$$

$$\frac{5}{2} \times \frac{2}{5}(x - 4) = \frac{5}{2} \times (2x + 1)$$

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

روش دوم

$$\frac{2}{5}(x - 4) = 2x + 1$$

$$\frac{2}{5}x - \frac{8}{5} = 2x + 1$$

$$\frac{2}{5}x - \frac{8}{5} - 2x = 1$$

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

$$4x - 4 - 2/5$$

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

$$4x - \frac{6}{5}$$

$$x = \frac{\frac{6}{5}}{-4} = -1/625$$

$$\frac{2}{5}x - 2x = \frac{8}{5} + 1$$

$$-\frac{8}{5}x = \frac{13}{5}$$

$$-\frac{8}{5}x \times 5 = \frac{13}{5} \times 5$$

$$8x - 13$$

$$x = \frac{13}{-8} = -1/625$$



تمرین در کلاس

۱- معادله  $81 - 3(2x - 7)$  را حل کنید و در هر مرحله از حل، درستی عملیات خود را با ذکر دلیل توضیح دهید.

۲- این معادله را از راه دیگری حل کنید. در هر مرحله، علت درستی عملیات خود را توضیح دهید.



فعالیت

۱- چهار معادله زیر را حل کنید.

(الف)  $x - 12 = 3x - 6$  (ب)  $2x - 12 = 6$

(ج)  $6 - 3x = x$  (د)  $24 - 12 = 4x$

۲- جواب این معادلات با هم چه رابطه‌ای دارند؟

۳- هر کدام از این معادلات را با اعمال جبری ساده، به ترتیب زیر از یک دیگر به دست آورید.

(الف)  $\rightarrow$  (د)  $\rightarrow$  (ج)  $\rightarrow$  (ب)  $\rightarrow$  (الف)

معادلاتی را که با عملیات جبری ساده، از روی هم به دست می‌آیند  
معادلات هم‌ارز می‌نامند.

معادلات هم‌ارز جواب‌های یکسانی دارند. برای حل یک معادله، سعی می‌کنیم که یک معادله هم‌ارز با آن به دست آوریم که شکل ساده‌ای داشته باشد.

اگر مجهول معادله‌ای را با  $x$  نشان داده باشیم و پس از ساده کردن به صورت  $ax + b$  درآید، به طوری که  $a \neq 0$ ، آن را یک معادله درجه اول می‌نامند.

در معادله  $ax = b$ ،  $a$  و  $b$  اعداد مشخصی هستند و برای حل آن، طرفین این معادله را با  $b$  جمع می‌کنیم و به معادله  $ax = b$  می‌رسیم. سپس با تقسیم طرفین بر  $a$ ، نتیجه می‌شود  $x = -\frac{b}{a}$ .

توجه کنید

جواب معادله  $2x = 0$  برابر است با  $x = \frac{0}{2} = 0$ .

جواب معادله  $2x = 1$  برابر است با  $x = \frac{1}{-2} = -\frac{1}{2}$ .

مسائل

۱- با یک خط، هر معادله در جدول (۱) را به عبارت فارسی بیان‌کننده همان معادله، در جدول (۲) (در صورت وجود) وصل کنید.

جدول (۱)

$2 - \frac{x}{3} = -2$
$\frac{y}{2} = 3y$
$\frac{x}{2} + 5 = x - 2$
$\frac{a}{2} = 3a$
$\frac{x}{3} - 2 = -2$

جدول (۲)

نصف عددی با عدد پنج جمع شده است و برابر تفریق ۲ از آن عدد شده است
حاصل تقسیم عددی بر ۳ را از ۲ کم کرده‌ایم، حاصل برابر (-۲) شده است
نصف عددی برابر سه برابر همان عدد است

۲- معادلات زیر را حل کنید.

۱)  $4y = 16$

۲)  $4d = 50$

۳)  $\frac{a-3}{4} = 2$

۴)  $4e = 19$

۵)  $\frac{2}{5}x = \frac{1}{3}$

۶)  $4(5 - 2y) = \frac{5}{6}y$

۷)  $\frac{12-5c}{5} = -\frac{1}{10}$



- ۳- مجموع سه عدد زوج متوالی ۴۲ می باشد. این اعداد را به دست آورید.
- ۴- از تعداد بیسکویتی که مریم داشت نیمی را به مادرش و نیم بقیه را به برادرش داد. برای خودش ۵ بیسکویت باقی ماند. تعداد بیسکویت های اولیه او چند تا بوده است؟
- ۵- به ازای چه مقداری از  $t$ ، تساوی  $\frac{2t+1}{t-1} = 0/2$  برقرار می شود.

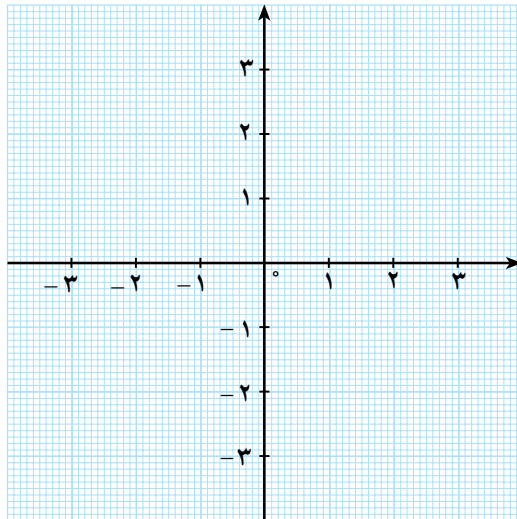


مسئله زیر در کتاب مفتاح المعاملات باب چهل ام آمده است :

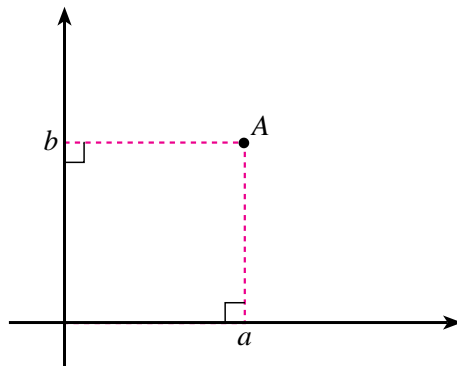
بازرگانی یک درهم به غلامش داد و گفت که به بازار برو و به اندازه یک درهم خربزه بخر و به باربر بده تا بیاورد. هزینه بیست خربزه یک درهم است و باربر شصت خربزه را با یک درهم به مقصد می رساند. غلام رفت و خربزه خرید و به همراه باربر آورد. غلام چند خربزه آورده است؟

## دستگاه مختصات

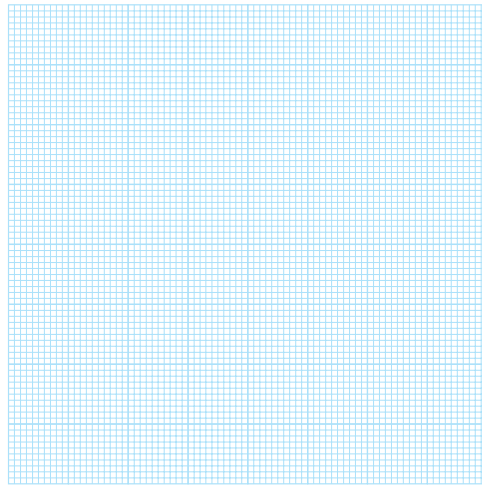
دو محور عمود برهم در صفحه رسم می‌کنیم. محل برخورد این دو محور را مبدأ این محورها در نظر می‌گیریم. پاره خط واحد هر دو محور را یکسان در نظر می‌گیریم. این محورها را یک دستگاه مختصات برای صفحه می‌نامیم.



از یک نقطه دلخواه مانند A در صفحه، خط‌هایی را عمود بر این دو محور رسم می‌کنیم. محل برخورد این خط‌ها با محورها اعدادی را نشان می‌دهند که مختصات نقطه A نامیده می‌شوند.



در شکل بالا زوج مختصات نقطه A است،  $a$  را طول نقطه A و  $b$  را عرض نقطه A می‌نامند. در این شکل، محور افقی را محور طول‌ها و محور عمودی را محور عرض‌ها می‌نامند.



- ۱- یک دستگاه مختصات در صفحه رسم کنید.
- ۲- نقاطی در صفحه بیاورید که مختصات آنها  $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ ،  $\begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}$ ،  $\begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$  باشند و به ترتیب آنها را A، B، C و D بنامید.
- ۳- خط گذرنده از دو نقطه A و D را رسم کنید و بررسی کنید که کدام یک از نقاط به مختصات  $\begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$ ،  $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ ،  $\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$  روی این خط قرار دارند.
- ۴- در مورد طول و عرض نقاطی که روی این خط قرار

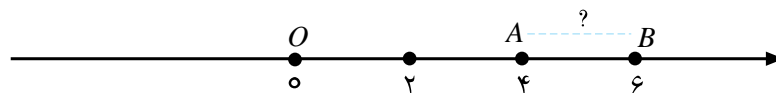
دارند چه حدسی می‌زنید؟

- ۵- نقاطی که طول آنها مثبت و عرض آنها صفر است را روی شکل مشخص کنید.
- ۶- مختصات نقاطی که روی محور طول‌ها و سمت چپ محور عرض‌ها هستند، چه ویژگی دارند؟
- ۷- نقاطی که عرض‌های آنها منفی و طول آنها صفر است را روی شکل مشخص کنید.
- ۸- مختصات نقاطی که روی محور عرض‌ها و بالای محور طول‌ها هستند، چه ویژگی دارند؟
- ۹- نقاطی از صفحه را که طول و عرض آنها مثبت است روی شکل مشخص کنید. (این ناحیه را ربع اول می‌نامند).
- ۱۰- نقاطی از صفحه را که طول آنها منفی و عرض آنها مثبت است، روی شکل مشخص کنید. (این ناحیه را ربع دوم می‌نامند).
- ۱۱- نقاطی از صفحه را که طول آنها منفی و عرض آنها منفی است، روی شکل مشخص کنید. (این ناحیه را ربع سوم می‌نامند).
- ۱۲- نقاطی از صفحه را که طول آنها مثبت و عرض آنها منفی است، روی شکل مشخص کنید. (این ناحیه را ربع چهارم می‌نامند).

### فاصله بین دو نقطه



روی محور اعداد، مبدأ را O و نقطه نظیر ۴ را A و نقطه نظیر ۶ را B بنامید.



۱- طول پاره خط‌های OA و OB چقدر است؟

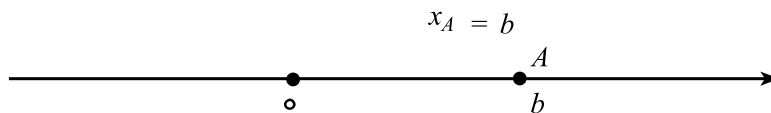
۲- طول پاره خط AB چقدر است؟ فاصله دو نقطه نظیر ۴ و ۶ از یکدیگر چقدر است؟

۳- دو عدد مثبت دلخواه  $x$  و  $y$  به صورت  $x < y$  در نظر بگیرید. نقاط نظیر این دو عدد را روی محور اعداد به ترتیب C و D بنامید. طول پاره خط‌های OC و OD چقدر است؟

۴- طول پاره خط CD چقدر است؟ فاصله نقاط نظیر  $x$  و  $y$  از یکدیگر چقدر است؟

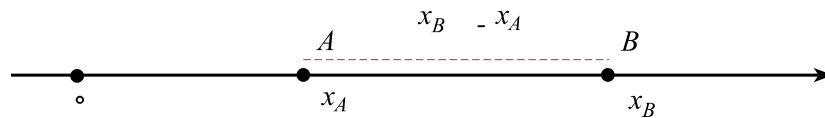


اگر A یک نقطه روی محور اعداد باشد که نظیر عدد  $b$  است،  $b$  را طول نقطه A می‌نامند و آن را با  $x_A$  نشان می‌دهند.



اگر A و B دو نقطه روی محور اعداد باشند که A سمت چپ B قرار دارد، داریم:

فاصله A و B  $x_B - x_A$

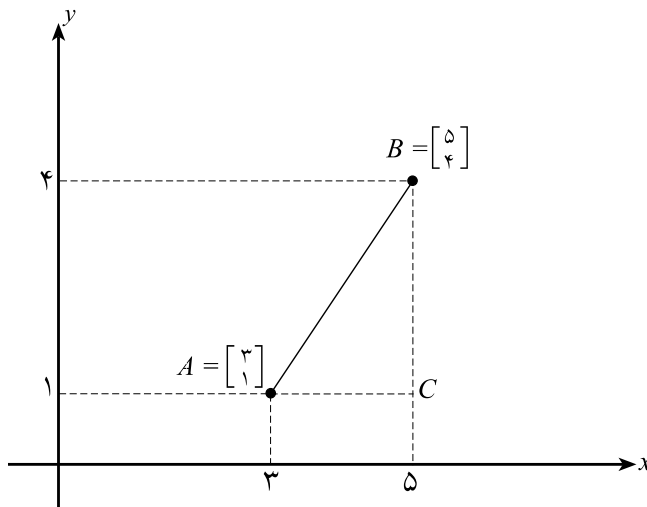


به طور کلی، برای دو نقطه A و B روی محور اعداد، بدون توجه به آن که کدام نقطه سمت چپ دیگری است، فاصله بین این دو نقطه برابر است با  $x_B - x_A$ .

اگر دو نقطه A و B روی محور  $y$  ها قرار داشته باشند، فاصله A تا B چقدر است؟

اگر بخواهیم فاصله دو نقطه  $A = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 5 \\ 4 \end{bmatrix}$  را در صفحه بیابیم، ابتدا این نقاط را در صفحه مشخص

می‌کنیم. طبق شکل زیر یک مثلث قائم الزاویه تشکیل می‌دهیم.

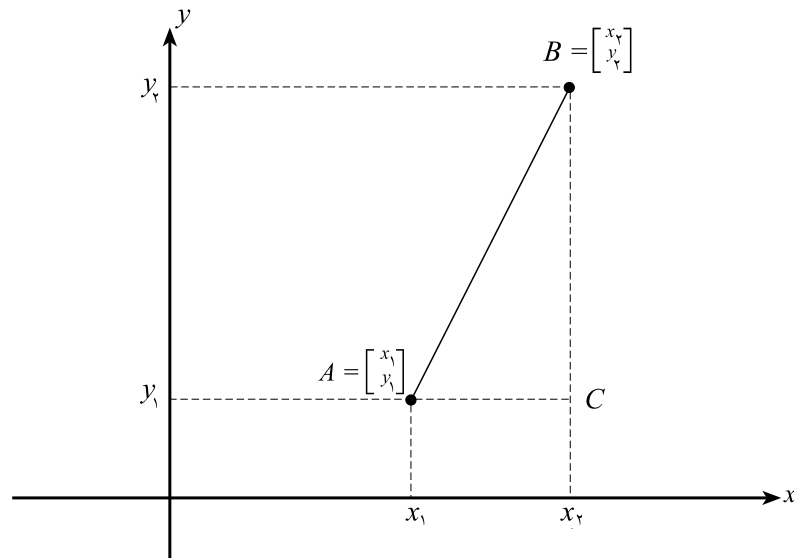


فاصله بین دو نقطه A و B، طول پاره خط AB، یعنی وتر مثلث قائم الزاویه ACB است. طول AC برابر ۳ و طول BC برابر ۴ است، پس با استفاده از قضیه فیثاغورس داریم:

$$\text{طول } AB = \sqrt{(5-3)^2 + (4-1)^2} = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{4+9} = \sqrt{13}$$

به طور کلی، برای یافتن فاصله دو نقطه دلخواه  $A = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix}$  می‌توانیم مانند بالا عمل کنیم.

فرض کنید که این دو نقطه در صفحه به شکل زیر باشند و طبق شکل زیر یک مثلث قائم الزاویه تشکیل می‌دهیم.



پاره خط AB وتر مثلث قائم الزاویه ACB است. طول AC برابر  $x_2 - x_1$  و طول BC برابر  $y_2 - y_1$  است، پس داریم:

$$\text{طول } AB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

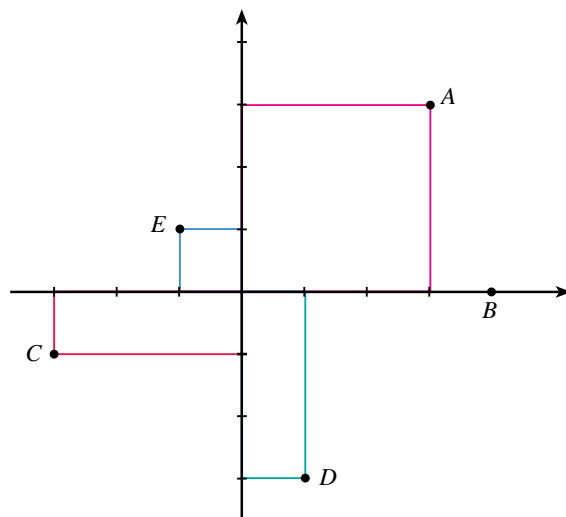
مثال: فاصله دو نقطه  $A = \begin{bmatrix} -3 \\ 5 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \end{bmatrix}$  را بیابید.

با جایگذاری در فرمول فاصله دو نقطه داریم:

$$\text{فاصله } A \text{ و } B = \sqrt{(-3-2)^2 + (5-6)^2} = \sqrt{(-5)^2 + (-1)^2} = \sqrt{25+1} = \sqrt{26}$$



۱- در شکل زیر مختصات نقاط داده شده را به دست آورید و فاصله نقطه A تا هر یک از نقاط دیگر را محاسبه کنید.



۲- سه نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$ ،  $B = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \end{bmatrix}$  و  $C = \begin{bmatrix} -1 \\ 3 \end{bmatrix}$  رأس‌های یک مثلث را تشکیل می‌دهند.

الف) مثلث را رسم کنید.

ب) طول اضلاع و محیط این مثلث را به دست آورید.

ج) نوع این مثلث را از لحاظ متساوی الساقین بودن یا قائم الزاویه بودن مشخص کنید.

برخی پدیده‌ها با هم رابطه دارند. برای مثال، میزان آب رودخانه‌ها با میزان باران آمده رابطه دارد. میزان توانایی جسمانی شما با میزان ورزشی که می‌کنید رابطه دارد. نمره امتحانی شما با میزان تلاش شما در یادگیری دروس رابطه دارد. پایه تحصیلی که در آن مشغول تحصیل هستید با سن شما رابطه دارد. به همین ترتیب موارد بسیاری را می‌توانید بیابید که با هم رابطه داشته باشند.



### فعالیت

۱- در تساوی زیر به جای مربع، علامت یکی از چهار عمل اصلی را قرار دهید.

$$10 \dots \square \dots$$

۲- در نقطه چین سمت چپ، یک عدد دلخواه قرار دهید، سپس در نقطه چین دیگر عددی قرار دهید که تساوی برقرار باشد.

۳- آیا برای انتخاب عدد اول محدودیتی وجود دارد؟

۴- آیا برای عدد دوم اجباری وجود دارد؟

در فعالیت بالا، هر نقطه چین جای یک عدد را نشان می‌داد و می‌توانستیم آن‌ها را با دو نماد مانند  $x$  و  $y$  نشان دهیم. تساوی بالا نیز یک معادله را نشان می‌دهد، با این تفاوت که در آن دو مجهول وجود دارد که یکی را به انتخاب خود می‌توانستیم تعیین کنیم ولی دیگری از طریق حل معادله مشخص می‌شد. تشخیص رابطه بین چیزهایی که با آن‌ها سروکار داریم، نقشی اساسی در زندگی ما دارند. در فعالیت‌های زیر یک نوع ساده از رابطه‌ها مورد بررسی قرار خواهند گرفت.



### فعالیت

سارا و اکرم دو خواهر هستند. وقتی اکرم به دنیا آمد، سارا ۴ ساله بود.

۱- وقتی سارا ۷ ساله شود، اکرم چند سال خواهد داشت؟

۲- وقتی اکرم ۲۰ ساله شود، سارا چند ساله خواهد شد؟

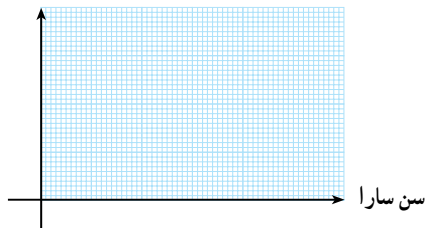
۳- اگر سن اکرم را با  $y$  و سن سارا را با  $x$  نشان دهیم، چه رابطه‌ای بین این دو مقدار وجود دارد؟

۴- اگر اکرم ۵ سال بزرگ‌تر شود، سارا چند سال بزرگ‌تر می‌شود؟ اگر اکرم ۸ سال بزرگ‌تر شود، سارا چند سال بزرگ‌تر می‌شود؟

۵- جدول زیر را کامل کنید.

سن سارا	۴	۷	<input type="text"/>	<input type="text"/>	۱۴	<input type="text"/>	<input type="text"/>
سن اکرم	۰	<input type="text"/>	۵	<input type="text"/>	<input type="text"/>	۱۳	<input type="text"/>

سن اکرم

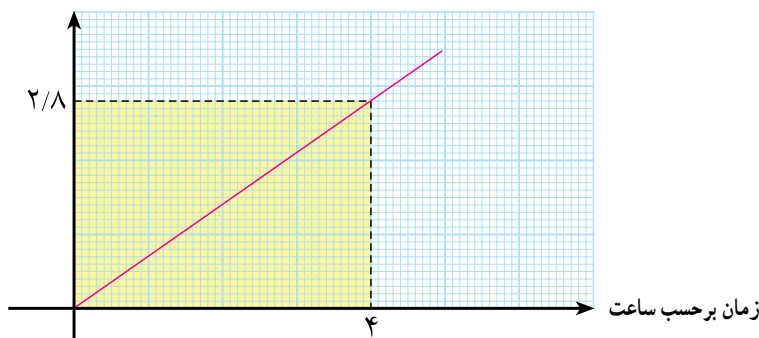


۶- نقاط این جدول را در شکل مقابل مشخص و به هم وصل کنید. چه شکلی به دست می آید؟

نمودار بالا، رابطه بین سن سارا و سن اکرم را نشان می دهد. از آن جا که این رابطه به صورت  $y = 4x$  یا  $x = \frac{y}{4}$  می باشد، نمودار بالا را نمودار معادله  $y = 4x$  نیز می نامند. در فعالیت بالا با تشکیل جدول و یافتن رابطه بین آنها، نمودار رابطه رسم می شد. در فعالیت زیر فرض بر این است که نمودار رابطه داده شده است و از طریق آن می خواهیم با بیان ریاضی آن رابطه و تشکیل جدول آن رابطه، به سؤالات مطرح شده پاسخ دهیم.

یک خودرو از زاهدان به طرف کرمان حرکت کرده است. نمودار رابطه بین زمان و مسافتی که خودرو طی می کند به شکل زیر است. محور افقی، نشان دهنده زمان و محور عمودی نشان دهنده مسافت طی شده توسط خودرو است. هر یک واحد روی محور افقی معادل یک ساعت و هر یک واحد روی محور عمودی معادل ۱۰۰ کیلومتر است.

مسافت بر حسب ۱۰۰ کیلومتر





از روی نمودار صفحه قبل به سؤالات زیر جواب دهید.

- ۱- این خودرو ۴ ساعت پس از حرکت چند کیلومتر با زاهدان فاصله دارد؟
- ۲- جدول زیر را کامل کنید.

ساعت	۲	۴	۶
فاصله تا زاهدان			

- ۳- اگر  $x$  نشان دهنده مقدار زمان گذشته (برحسب ساعت) از شروع حرکت و  $y$  نشان دهنده مسافت طی شده توسط خودرو (برحسب کیلومتر) باشد، چه رابطه‌ای بین  $x$  و  $y$  وجود دارد؟ معادله آن را بنویسید.
- ۴- اگر فاصله بین زاهدان و کرمان  $۵۴۰$  کیلومتر باشد، چند ساعت طول می‌کشد تا این خودرو به کرمان برسد؟ درستی جواب خود را از طریق نمودار و معادله‌ای که به دست آورده‌اید، نشان دهید. آیا بین این دو جواب تفاوتی وجود دارد؟
- ۵- این خودرو هر ساعت چند کیلومتر راه می‌رود؟ هر دو ساعت چند کیلومتر راه می‌رود؟ نسبت مسافتی که خودرو طی می‌کند به زمان گذرانده شده چقدر است؟ آیا این نسبت ثابت است؟

در تمامی این فعالیت‌ها با مقدارهایی روبه‌رو بوده‌ایم که با یکدیگر رابطه داشته‌اند. اگر بین مقادیر دو متغیر رابطه برقرار باشد و یکی از آن‌ها را با  $x$  و دیگری را با  $y$  نشان دهیم، بیان ریاضی رابطه بین  $x$  و  $y$  به صورت معادله‌ای برحسب  $x$  و  $y$  است. در مثال سن سارا و اکرم این رابطه به شکل  $y = ۴x$  بود. در مثال زمان و مسافت طی شده، این رابطه به صورت  $y = ۷۰x$  بود.

نمودار همه رابطه‌ها در مثال‌های بالا به صورت خط بودند. در حالت‌هایی که نمودار رابطه بین دو مقدار به صورت خط باشد، گوییم آن دو مقدار به طور خطی به هم مرتبط‌اند و با هم رابطه خطی دارند.

مثال: کارگری ساعتی  $۱۵۰۰$  تومان دستمزد می‌گیرد. رابطه بین ساعت‌های کار این کارگر و دستمزدی که می‌گیرد یک رابطه خطی است. اگر  $x$  میزان ساعت کاری و  $y$  دستمزد او باشد، این رابطه به صورت  $y = ۱۵۰۰x$  است. ویژگی مشترک رابطه‌های خطی آن است که نسبت افزایش یک متغیر به افزایش (یا کاهش) متغیر دیگر مقداری ثابت است. موارد بسیاری هم وجود دارد که رابطه بین دو متغیر، خطی نیست.



رابطه بین طول ضلع یک مربع و مساحت آن را در نظر بگیرید. طول ضلع مربع را با  $x$  و مساحت آن را با  $y$  نشان دهید.

- ۱- رابطه بین  $x$  و  $y$  را با یک معادله بنویسید.

۲- جدول زیر را کامل کنید.

x	۱	۲	۳	۴	۵
y			۹		

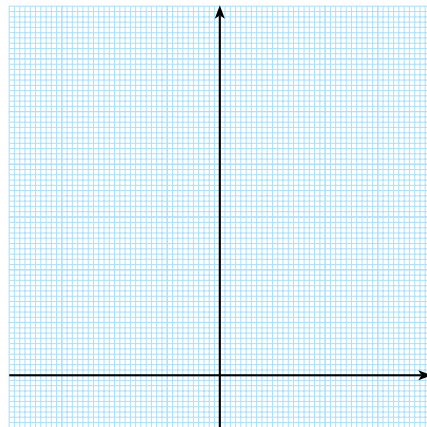
۳- در محورهای مختصات، هر واحد روی محور افقی را نمایش طول ضلع مربع برحسب سانتی متر و هر واحد روی محور عمودی را نمایش مساحت مربع برحسب سانتی مترمربع در نظر بگیرید و نقاط به دست آمده در جدول را در صفحه معین کنید.

۴- میزان افزایش مساحت مربع را وقتی طول ضلع آن از ۱ به ۲ افزایش می یابد حساب کنید. این میزان را وقتی طول ضلع مربع از ۲ به ۳ افزایش می یابد حساب کنید. این میزان را وقتی طول ضلع مربع از ۴ به ۵ افزایش می یابد حساب کنید. آیا نسبت افزایش مساحت مربع به افزایش طول ضلع مربع مقدار ثابتی است؟

۵- اگر بخواهیم این نقاط را به هم وصل کنیم، آیا می توان با یک خط همه این نقاط را به هم وصل کرد؟

۶- با کامل کردن جدول زیر، نمودار معادله  $x^2 = y$  را برای مقادیر مثبت  $x$  با دقت مناسب رسم کنید.

x	۱/۲	۱/۵	۱/۸	۱	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۱/۸	۲	۲/۲	۲/۴	۲/۶	۲/۸	۳
$x^2$					۱/۴۴		۲/۵۶	۳/۲۴			۵/۷۶		۷/۸۴	



۷- از جدول بالا کمک بگیرید و جدول زیر را کامل کنید.

x	-۳	-۲/۸	-۲/۶	-۲/۴	-۲/۲	-۲	-۱/۸	-۱/۶	-۱/۴	-۱/۲	-۱	...
$x^2$												

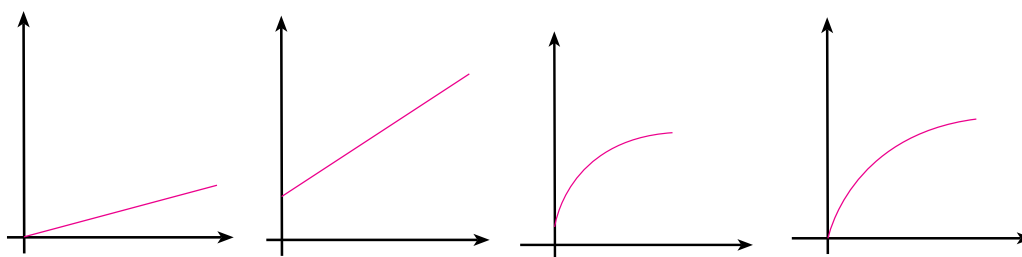
۸- با استفاده از جدول بالا، نمودار معادله  $x^2 = y$  را برای مقادیر مثبت و منفی  $x$  رسم کنید.

به عنوان مثالی دیگر، به رابطه بین سن و قد یک فرد، از نوزادی تا مرحله بلوغ و پس از آن، توجه کنید. میزان افزایش قد نوزاد در سال های اولیه زندگی با میزان افزایش قد در سن های بالاتر یکسان نیست.



نمودار در اکسل

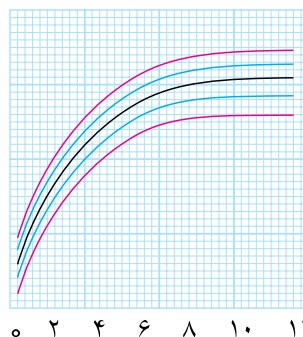
۱- در شکل های زیر محور افقی نشان دهنده زمان بر حسب ماه و محور عمودی نشان دهنده طول قد یک انسان بر حسب متر می باشد. کدام یک از نمودارهای زیر می تواند نمودار رشد قد یک انسان در طول زمان باشد؟



۲- محل برخورد نمودار با محور  $y$ ، نشان دهنده چیست؟

محققان با بررسی فرایند و مراحل رشد کودکان نمودارهایی تنظیم کرده اند. پزشکان اطفال از این نمودارها برای بررسی وضعیت رشد کودکان استفاده می کنند.

وزن



سن بر حسب ماه

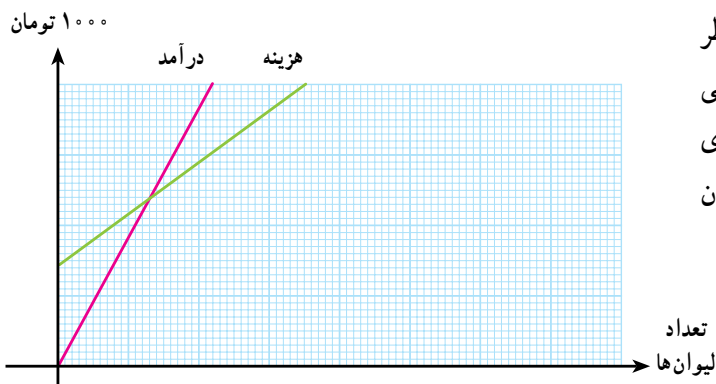
## حل یک مسئله

دانش‌آموزان مدرسه‌ای تصمیم گرفتند تا در روز نیکوکاری یک بازار خیریه به نفع نیازمندان برگزار کنند. قرار شد در این بازار یک روزه، شربت بفروشند و سود آن را برای نیازمندان مصرف کنند. آن‌ها یک بسته صحتایی لیوان یک بار مصرف به مبلغ هزار تومان و مقداری پودر شربت خریدند. هزینه خود شربت، بدون در نظرگیری قیمت لیوان‌ها، هر لیوان ۹۰ تومان می‌شود و پودر شربت‌های استفاده نشده به فروشگاه پس داده می‌شود. یکی از دانش‌آموزان پیشنهاد کرد که هر لیوان شربت را ۱۲۵ تومان بفروشیم تا سود کافی ببریم. دانش‌آموز دیگری گفت: اگر به اندازه کافی شربت نفروشیم ممکن است ضرر کنیم. دانش‌آموزان تصمیم گرفتند برای تشخیص وضعیت سود و ضرر این کار از معلم ریاضی خود کمک بگیرند. معلم گفت که ابتدا جدولی تشکیل دهید که در آن به ازای هر تعداد لیوان فروخته شده، میزان هزینه مصرف‌شده و درآمد حاصل از فروش و سود (یا ضرر) معلوم شده باشد. جدول زیر را جدول هزینه - درآمد می‌نامیم.

جدول

تعداد لیوان‌های فروخته شده	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
هزینه صرف شده						
درآمد حاصل از فروش						
سود یا ضرر						

معلم سپس گفت: شما با این جدول می‌توانید تشخیص دهید چه وقت ضرر کرده‌اید و چه وقت سود برده‌اید. آیا می‌توانید از روی این جدول تشخیص دهید با چه میزان فروش نه سود کرده‌اید و نه ضرر؟ معلم گفت: برای تشخیص بهتر وضعیت هزینه و درآمد حاصل از این کار، نمودار مربوط به هزینه و درآمد را مانند نمودار روبه‌رو در یک صفحه رسم کنید. محور افقی را تعداد لیوان‌های فروخته شده و محور عمودی



را یک بار هزینه و یک بار درآمد در نظر بگیرید. هر یک واحد روی محور افقی را معادل ۱۰ لیوان<sup>۱</sup> و هر یک واحد روی محور عمودی را معادل ۱۰۰۰ تومان در نظر بگیرید.

۱- اگرچه تعداد لیوان‌ها عدد حسابی است و نمودار واقعی گسسته است، ولی برای درک بهتر روابط، مناسب است نمودار را یک خط پیوسته فرض کنیم.

معلم پرسید نقطه تقاطع این دو خط چه چیزی را نشان می‌دهد؟  
دانش‌آموزان گفتند در این نقطه میزان هزینه و درآمد مساوی خواهد شد.  
معلم پرسید: آیا می‌توانید حساب کنید این نقطه، با چه تعداد لیوان فروخته شده، رخ می‌دهد؟



مسئله در کلاس

حل مسئله بالا را با پاسخ‌گویی به سؤالات زیر کامل کنید.

- ۱- جدول هزینه - درآمد را کامل کنید.
- ۲- نمودارهای مربوط به این جدول را رسم کنید.
- ۳- حداقل چند لیوان شربت باید فروخته شود تا سود برده شود؟
- ۴- اگر تمام ۱۰۰ لیوان شربت فروخته شود، چه مقدار سود برده می‌شود؟
- ۵- اگر هر لیوان ۱۵۰ تومان فروخته شود با رسم نمودار درآمد جدید، به سؤالات بالا در این حالت جدید پاسخ دهید.



مسائل

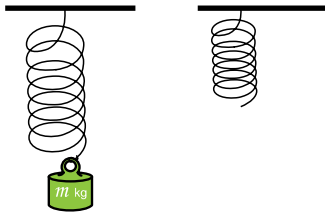
۱- قیمت هر بلیط تئاتر ۲۰۰۰ تومان است. اگر  $x$  تعداد میهمانان و  $y$  مجموع هزینه‌ها باشد:

$x$	۱	۲	۳	۴	۵
$y$					

- الف) جدول مقابل را تکمیل کنید.
- ب) چه رابطه‌ای بین  $x$  و  $y$  وجود دارد؟
- ج) چرا هیچ مقدار کسری در جدول وجود ندارد؟
- د) نمودار متناظر جدول فوق را رسم کنید.
- ۲- در یک مستطیل به طول ۳ و عرض ۲ سانتی‌متر، اگر طول آن را  $x$  سانتی‌متر افزایش دهیم مساحت آن از معادله زیر به دست می‌آید.

$$2x + 6 \text{ مساحت (سانتی‌متر مربع)}$$

- الف) توضیح دهید، اعدادی که در معادله هستند، چه چیزی را نشان می‌دهند.
- ب) اگر طول مستطیل را  $3/2$  سانتی‌متر افزایش داده باشیم مساحت مستطیل چه قدر می‌شود؟



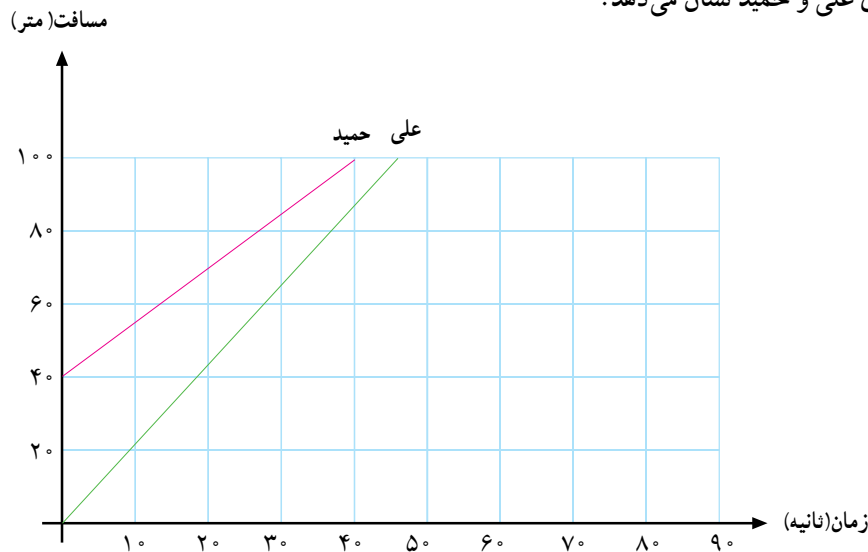
۳- طول یک فنر در حالتی که وزنه‌ای به آن آویزان نشده است، ۸ سانتی متر است. وقتی وزنه‌ای به جرم  $m$  کیلوگرم به آن آویزان می‌کنیم، طول آن برحسب سانتی متر از رابطه  $L = 8 + \frac{1}{5}m$  به دست می‌آید.

الف) اگر جسمی به جرم  $\frac{3}{72}$  کیلوگرم به آن آویزان کنیم، طول فنر چند میلی متر افزایش می‌یابد؟

ب) چه وزنه‌ای به فنر آویزان کنیم تا طول آن به ۱۲۳ میلی متر برسد؟

۴- یک سوسمار در فصل بهار بین  $30^\circ$  تا  $70^\circ$  تخم می‌گذارد و حدود  $90^\circ$  روز طول می‌کشد تا نوزادان سوسمار سر از تخم بیرون آورند. طول هر نوزاد تقریباً  $30^\circ$  سانتی متر است. در سال‌های اولیه زندگی، به طور متوسط هر سال  $\frac{22}{5}$  سانتی متر به طول هر بچه سوسمار اضافه می‌شود. پس از چه مدت طول نوزاد سوسمار به  $80^\circ$  سانتی متر می‌رسد؟

۵- علی و برادر کوچک ترش حمید، با هم یک مسابقه دو  $100^\circ$  متر دادند. چون حمید کوچک تر بود، علی به او اجازه داد جلوتر بایستد. نمودار زیر چگونگی مسافت طی شده نسبت به زمان سپری شده از شروع مسابقه را برای علی و حمید نشان می‌دهد.



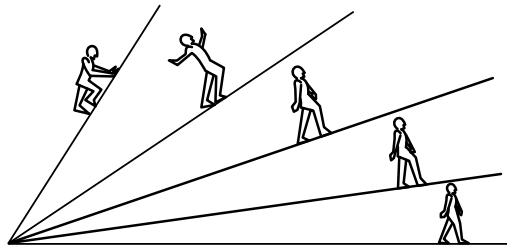
با توجه به نمودار بالا که پس از پایان مسابقه رسم شده است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) در شروع مسابقه، حمید چند متر جلوتر از علی ایستاده بوده است؟

ب) چند ثانیه طول کشیده است تا علی و حمید به انتهای خط مسابقه برسند؟

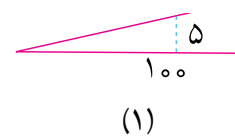
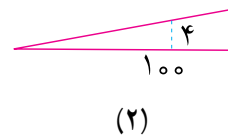
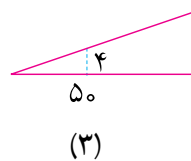
ج) چه کسی برنده شده است؟

د) اگر حمید و علی دویدن را از یک نقطه شروع می‌کردند، چه کسی برنده می‌شد و چند ثانیه زودتر به خط پایان می‌رسید؟

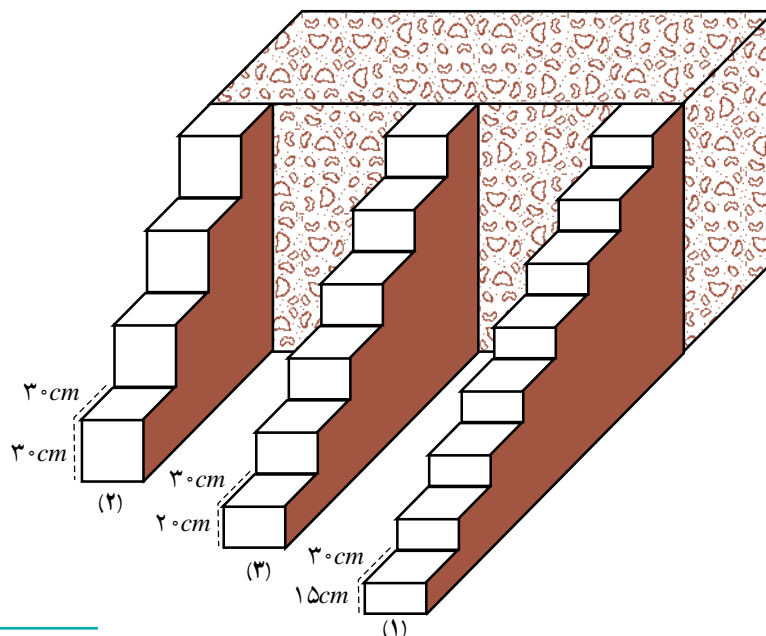


وقتی به کوه می‌روید، از سربالایی‌های متفاوتی بالا می‌روید. بالارفتن از برخی سربالایی‌ها آسان و از برخی دیگر مشکل است. راه رفتن روی زمینی که نه سربالایی باشد و نه سربالایی، از همه آسان‌تر است. این وضعیت را در بالارفتن از پله‌ها نیز مشاهده می‌کنید، چون همه پله‌ها مثل هم نیستند. آیا احساس کرده‌اید که بالارفتن از برخی پله‌ها آسان‌تر از بالارفتن از پله‌های دیگر است؟

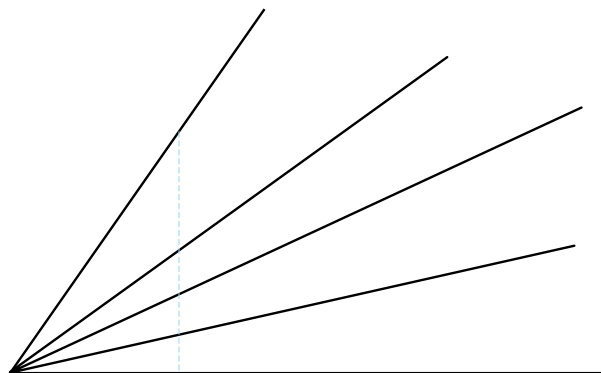
فرض کنید سه خیابان سربالایی داریم که به هنگام بالارفتن از آنها، در اولی به ازای هر  $100$  متر که در راستای افقی جلو می‌رویم،  $5$  متر ارتفاع ما زیاد می‌شود، و در دومی به ازای هر  $100$  متر که در راستای افقی جلو می‌رویم،  $4$  متر ارتفاع ما زیاد می‌شود، و در سومی به ازای هر  $50$  متر که در راستای افقی جلو می‌رویم،  $4$  متر ارتفاع ما زیاد می‌شود. بالارفتن از کدام خیابان آسان‌تر است؟



در زیر سه نمونه پله آورده شده است. بالارفتن از کدام یک آسان‌تر است؟



میزان سربالایی بودن یک خیابان را می‌توانیم با نسبت «مقدار افزایش ارتفاع» به «مقدار مسافت افقی طی شده» اندازه‌گیری کنیم. این نسبت را شیب می‌نامند.



$$\text{شیب} = \frac{\text{مقدار افزایش ارتفاع}}{\text{مقدار مسافت افقی طی شده}}$$

در مورد مثال خیابان‌ها در صفحه قبل، شیب آن‌ها را به شکل زیر حساب می‌کنیم:

$$(۱) \text{ شیب خیابان } = \frac{۵}{۱۰۰} = ۰/۰۵$$

$$(۲) \text{ شیب خیابان } = \frac{۴}{۱۰۰} = ۰/۰۴$$

$$(۳) \text{ شیب خیابان } = \frac{۴}{۵۰} = ۰/۰۸$$

با مقایسه این شیب‌ها به سادگی می‌توان تشخیص داد که در کدام خیابان، آسان‌تر می‌توان رو به بالا حرکت کرد. هرچه شیب خیابانی بیشتر باشد بالا رفتن از آن مشکل‌تر خواهد بود. پله‌ها نیز مانند خیابان‌های سربالایی هستند و هر پله نشان می‌دهد که به ازای مسافت افقی طی شده، چه مقدار ارتفاع افزایش پیدا می‌کند. شیب پله‌های مثال بالا عبارت است از:

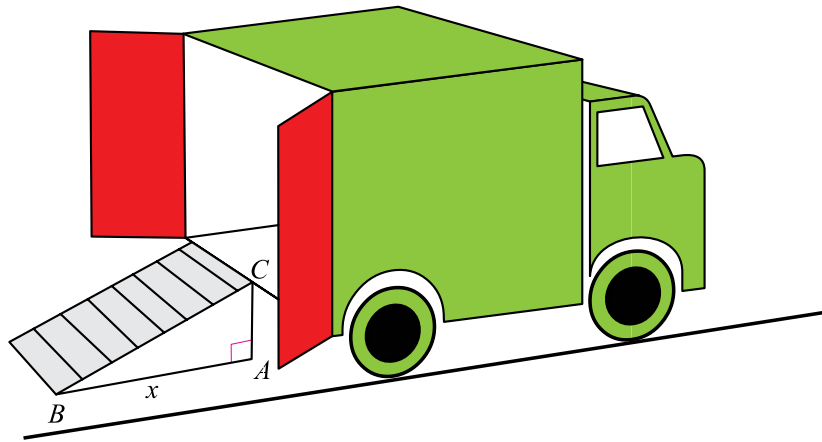
$$(۱) \text{ شیب پلکان } = \frac{۱۵}{۳۰} = ۰/۵$$

$$(۲) \text{ شیب پلکان } = \frac{۳۰}{۳۰} = ۱$$

$$(۳) \text{ شیب پلکان } = \frac{۲۰}{۳۰} = ۰/۶۶$$

پس، بالا رفتن از پله اول آسان‌تر از دو پله دیگر و بالا رفتن از پله دوم سخت‌تر از دو پله دیگر است. مثال: در یک اسباب‌کشی، برای حمل بارها به داخل کامیون، به کمک یک تخته الوار سطح شیب‌داری ساخته شده است.





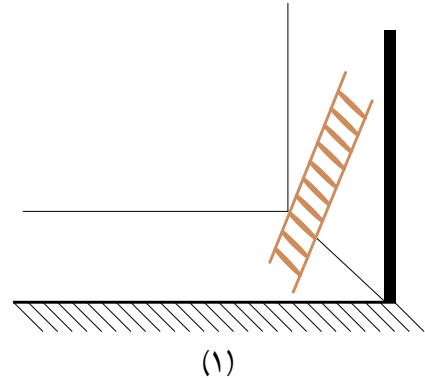
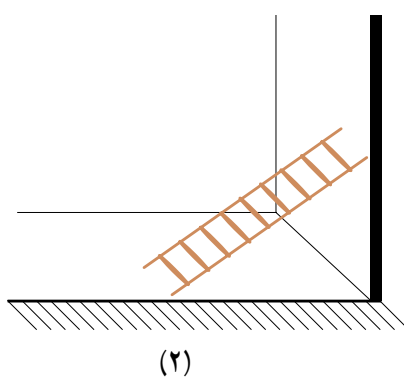
اگر طول الوار ۵ متر و فاصله لبه درب کامیون تا سطح زمین ۱ متر باشد، شیب این سطح چقدر است؟  
برای یافتن پاسخ، باید فاصله نقطه پای الوار تا کامیون را حساب کنیم. اگر این فاصله را  $x$  بنامیم، با استفاده از قضیه فیثاغورس در مثلث قائم الزاویه ای که می بینید، می توانیم بنویسیم:  $5^2 = 1^2 + x^2$ ، پس  $x = \sqrt{24}$ . بنابراین

$$\text{شیب} = \frac{1}{\sqrt{24}} \approx \frac{1}{5} = 0.2$$

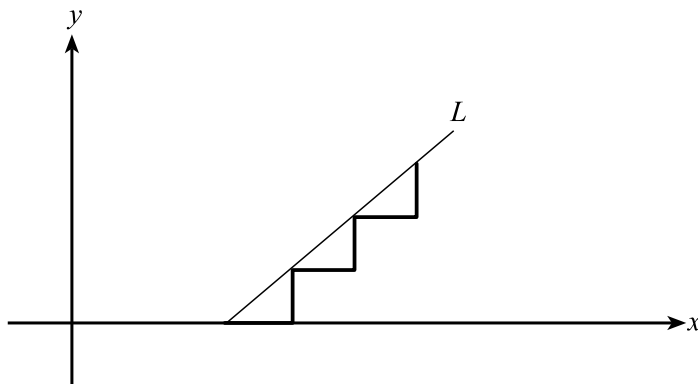


#### تمرین در کلاس

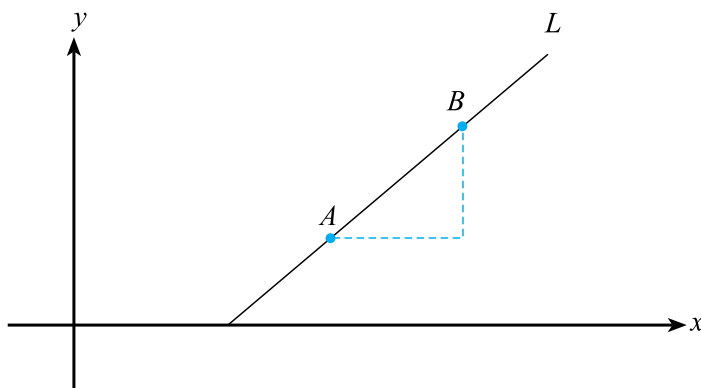
دو نردبان ۴ متری را به شکل های (۱) و (۲) به دیوار تکیه داده ایم. در شکل (۱) فاصله پای نردبان تا دیوار  $1/2$  متر و در شکل (۲) این فاصله  $2/7$  متر است.



- ۱- شیب نردبان را در این دو حالت به طور تقریبی با استفاده از ماشین حساب، حساب کنید. کدام یک شیب بیشتری دارد؟
- ۲- اگر نردبان را به گونه ای قرار دهیم که بتوانیم تا ارتفاع ۳ متری بالا رویم، شیب نردبان چقدر خواهد شد؟

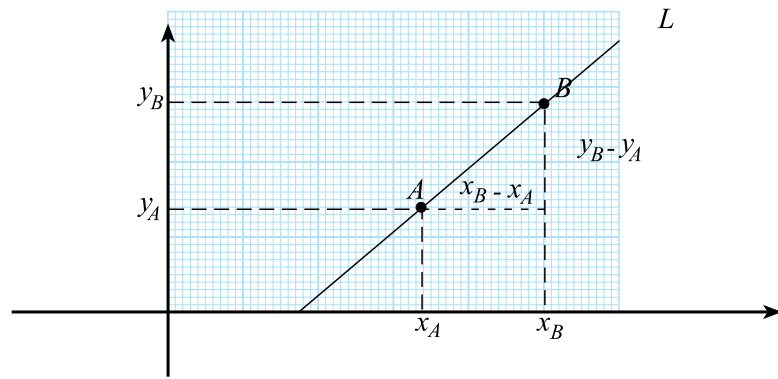


شکل بالا برش عرضی یک پلکان را نشان می‌دهد. خط  $L$  لبه‌های پله‌ها را به هم وصل می‌کند. شیب خط  $L$  را به صورت شیب این پلکان تعریف می‌کنند. شیب پلکان به صورت نسبت تغییر ارتفاع به مسافت افقی طی شده است.



اگر فقط به خط  $L$  توجه کنیم و از یک نقطه آن مانند  $A$  به نقطه دیگری مانند  $B$  حرکت کنیم، نسبت تغییر ارتفاع به مسافت افقی طی شده را می‌توانیم به صورت نسبت تغییر عرض به تغییر طول در نظر بگیریم. این نسبت را شیب خط  $L$  می‌نامند.

نقاط  $A = \begin{bmatrix} x_A \\ y_A \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} x_B \\ y_B \end{bmatrix}$  را روی خط  $L$  در نظر بگیرید. اگر روی این خط از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  حرکت کنیم، میزان تغییر ارتفاع برابر است با  $y_B - y_A$  و میزان مسافت افقی طی شده برابر است با  $x_B - x_A$ .



پس، اگر شیب خط  $L$  را با  $m$  نشان دهیم داریم :

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

مثال: اگر  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \end{bmatrix}$  دو نقطه از یک خط باشند، شیب آن خط چقدر است؟

حل: با حرکت از نقطه  $A$  به نقطه  $B$ ، ۲ واحد به طول نقطه  $A$  و ۳ واحد به عرض آن اضافه می‌شود، پس شیب

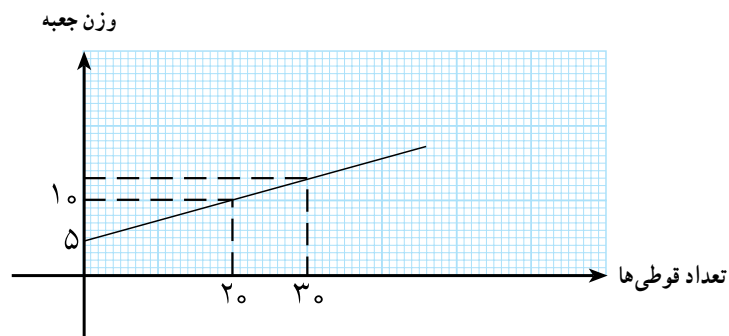
این خط برابر است با  $\frac{3}{2}$ .

اکنون شما شیب این خط را با جایگذاری در فرمول بالا به دست آورید و با مقداری که به دست آورده‌ایم مقایسه کنید.



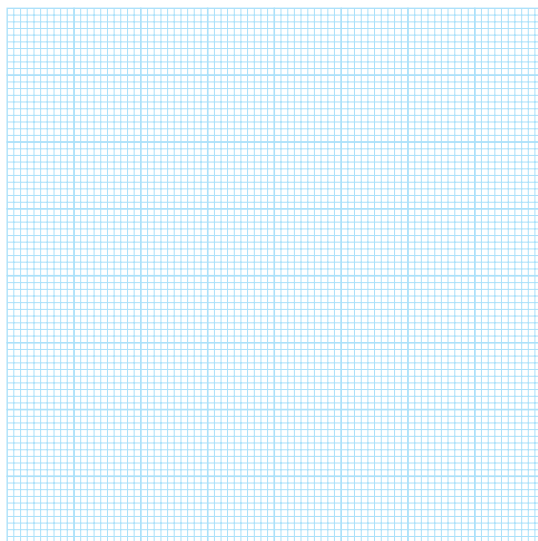
تفاوت در تالیس

در یک جعبه تعدادی قوطی با وزن‌های یکسان قرار می‌دهیم. وزن جعبه با قوطی‌هایی که در آن قرار داده‌ایم بستگی به تعداد قوطی‌ها دارد. نمودار زیر رابطه وزن جعبه را با تعداد قوطی‌هایی که در آن است نشان می‌دهد. محور افقی تعداد قوطی‌ها و محور عمودی وزن جعبه را بر حسب کیلوگرم نشان می‌دهد.



- ۱- از روی نمودار تعیین کنید وزن جعبه در حالتی که  $20^\circ$  قوطی در آن قرار دارد، چقدر است؟
- ۲- از روی نمودار تعیین کنید وزن جعبه در حالتی که  $30^\circ$  قوطی در آن قرار دارد، چقدر است؟
- ۳- وزن جعبه خالی چقدر است؟
- ۴- شیب این خط چقدر است؟
- ۵- اگر تعداد قوطی ها را  $x$  و وزن جعبه حاوی  $x$  قوطی را  $y$  بنامیم، رابطه بین وزن جعبه و تعداد قوطی هایی را که در آن است به صورت ریاضی بنویسید.
- ۶- شیب این خط چه ویژگی از قوطی ها را نشان می دهد؟

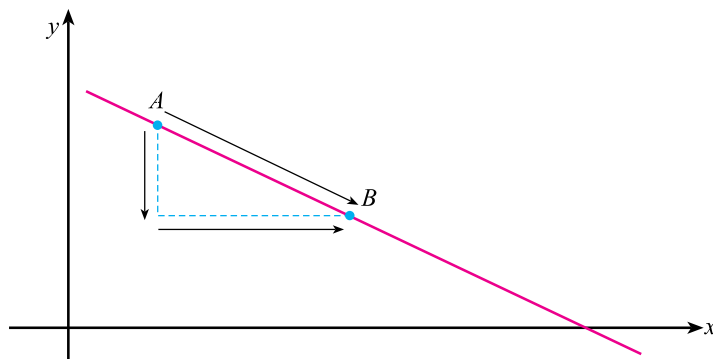
### فعالیت



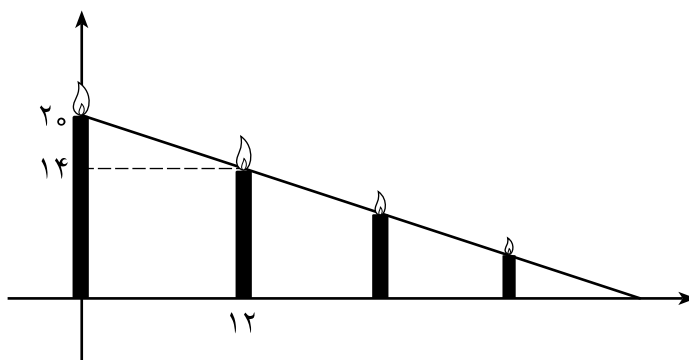
- ۱- با رسم محورهای مختصات، دو نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$  را در صفحه نشان دهید و خط گذرنده از این دو نقطه را رسم کنید.
- ۲- طول کدام نقطه بیشتر است؟ عرض کدام نقطه بیشتر است؟
- ۳- با حرکت روی این خط وقتی از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  برسیم، طول ها و عرض های نقاط، از لحاظ افزایش یا کاهش، چگونه تغییر می کنند؟
- ۴- شیب این خط را طبق فرمول حساب کنید. منفی شدن شیب چه چیزی را نشان می دهد؟

خط هایی که با افزایش طول نقاط روی آنها، عرض این نقاط کاهش می یابد، شیب منفی دارند.

- مثال: اگر  $A = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 6 \\ 3 \end{bmatrix}$  دو نقطه از یک خط باشند، شیب آن خط چقدر است؟
- حل: با حرکت از نقطه  $A$  به نقطه  $B$ ، ۴ واحد به طول نقطه  $A$  اضافه می شود ولی ۲ واحد از عرض آن کم می شود، پس شیب این خط برابر است با  $-\frac{1}{2} = -\frac{2}{4}$ .



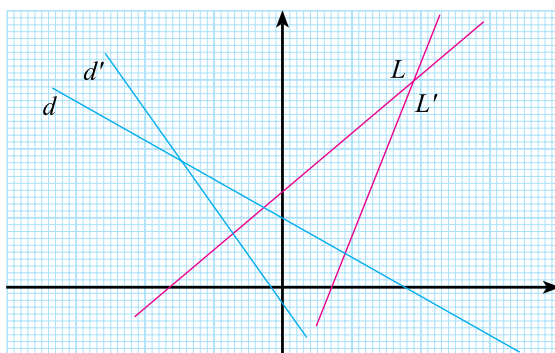
مثال: شمعی به طول  $20$  سانتی متر به طور یکنواخت می سوزد. طول شمع با گذشت زمان کاهش می یابد. با رسم محورهای مختصات، محور افقی را نشان دهنده زمان، بر حسب دقیقه، و محور عمودی نشان دهنده طول شمع، بر حسب سانتی متر، در نظر بگیرید. با وصل کردن نوک شمع در زمان های مختلف یک خط به شکل زیر رسم می شود.



شیب این خط برابر است با  $5/ - = \frac{14 - 20}{12 - 0} = \frac{-6}{12}$ . منفی بودن شیب نشان می دهد که با افزایش زمان طول شمع کاهش می یابد.



در شکل زیر خط های  $L$  و  $L'$  شیب مثبت و خط های  $d$  و  $d'$  شیب منفی دارند. درستی این مطلب را با در نظر گرفتن دو نقطه روی هریک از این خط ها و اندازه گیری طول و عرض این نقاط و محاسبه شیب این خط ها نشان دهید و جدول زیر را تکمیل کنید.



خط	L	L'	d'	d
شیب خط				



### مسائل

۱- آقای تبریزی تصمیم گرفت به اتفاق دو تن از دوستانش کارگاه تولید وسایل آموزشی راه اندازی کند. آن‌ها تصمیم گرفتند کارگاه را در محلی دورافتاده تأسیس کنند تا هزینه اجاره کمتری پرداخت کنند. هزینه یک ماه آن‌ها (شامل اجاره محل، آب و نمان آب، گاز، برق) ۱۵۰۰۰۰۰ تومان شد (این مبلغ را هزینه ثابت می‌نامند). هزینه تولید هر ۱۰۰ قطعه نیز ۵۰۰۰۰۰ تومان برآورد شد. (این هزینه را هزینه متغیر می‌نامند زیرا بستگی به میزان تولید دارد).

الف) اگر  $x$  تعداد بسته‌های صدتایی از قطعات تولید شده و  $y$  هزینه کارگاه برحسب میلیون تومان برای تولید  $x$  بسته باشد، رابطه بین  $x$  و  $y$  را بنویسید.

ب) نمودار رابطه بین  $x$  و  $y$  را در محورهای مختصات که هر واحد روی محور  $x$  ها یک بسته ۱۰۰ تایی از قطعات و هر واحد روی محور  $y$  ها ۱,۰۰۰,۰۰۰ تومان را نشان دهد، رسم کنید.

ج)  $x$  و  $y$  با هم رابطه خطی دارند، محل برخورد نمودار رابطه بین  $x$  و  $y$  با محور  $y$  ها چه چیزی را نشان می‌دهد؟

د) شیب خط نشان‌دهنده رابطه بین  $x$  و  $y$  را به دست آورید. شیب، چه چیزی را نشان می‌دهد؟ آیا شیب این خط، در معادله رابطه بین  $x$  و  $y$  مشاهده می‌شود؟

ه) اگر هزینه ثابت کارگاه کم یا زیاد شود، چه تغییری در معادله رابطه بین  $x$  و  $y$  و چه تغییری در نمودار این رابطه ایجاد می‌شود؟

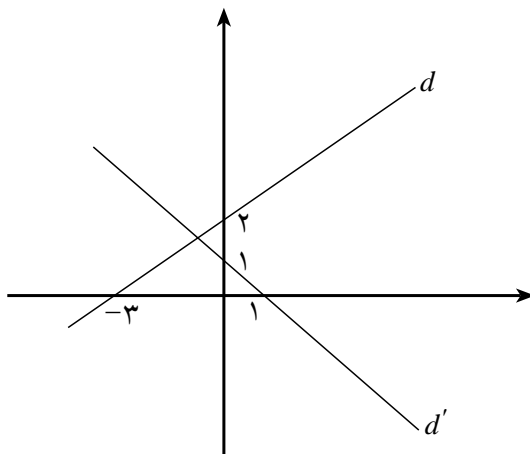
۲- برای خرید یک کالای ۴۸۰,۰۰۰ تومانی قرار شده است بدون پیش پرداخت، ماهیانه ۶۰,۰۰۰ تومان قسط پرداخت کنیم.

الف) اگر  $x$  تعداد ماه‌هایی باشد که قسط پرداخته‌ایم و  $y$  میزان بدهی ما به فروشنده (برحسب ۱۰۰,۰۰۰ تومان) باشد، رابطه بین  $x$  و  $y$  را بنویسید.

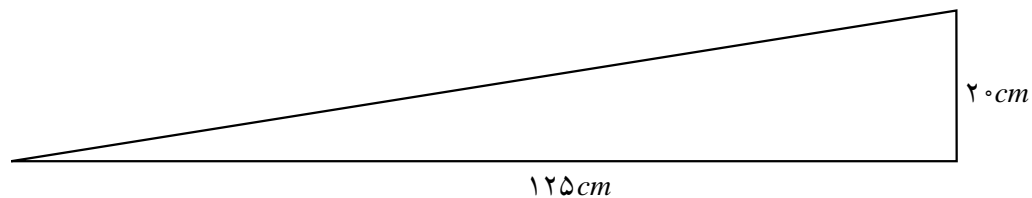
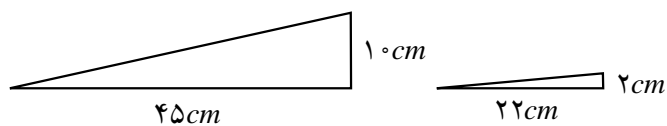
ب) شیب خط به دست آمده چه چیزی را نشان می‌دهد؟

ج) نمودار خط به دست آمده را رسم کنید و مشخص کنید که کدام قسمت از این خط به این رابطه مربوط می‌شود.

۳- شیب هر یک از خط‌های زیر را به دست آورید.



۴- طبق قوانین شهرسازی، شیب جوی‌هایی که آب باران را هدایت می‌کنند، باید عددی بین  $1^\circ$  و  $2^\circ$  باشد. شیب کدام یک از مثلث‌ها می‌تواند به عنوان شیب جوی شهر در نظر گرفته شود؟



۵- نردبانی به دیواری تکیه داده شده است. فاصله سرِ نردبان از سطح زمین  $1^\circ$  متر است. فاصله پای نردبان تا دیوار چند متر باشد تا شیب نردبان  $\frac{4}{3}$  باشد؟



## معادله خط

اگر مقدارهای دو متغیر با هم رابطه خطی داشته باشند و آن‌ها را با  $x$  و  $y$  نشان داده باشیم، بیان ریاضی این رابطه به صورت  $y=mx+b$  است که در آن  $m$  و  $b$  اعداد ثابتی هستند. نمودار این معادله، یک خط است.

فعالیت



۱- خط به معادله  $y=3x+4$  را رسم کنید.

۲- هریک از نقاط زیر را در صفحه مشخص کنید و از روی شکل بگویید کدام یک از این نقاط روی خط به معادله بالا قرار دارند؟

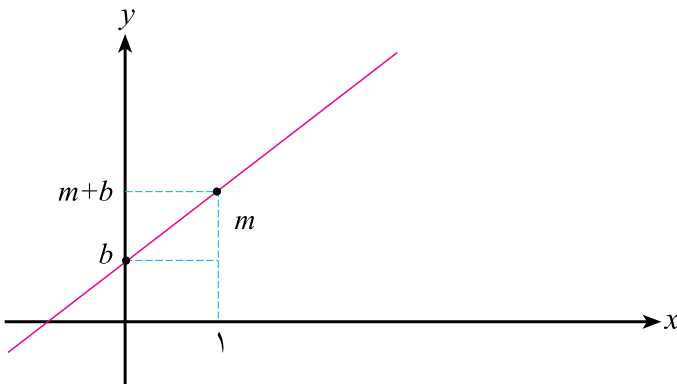
$$\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 7 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

۳- با جایگذاری مختصات هر نقطه در معادله خط، پاسخ خود را بررسی کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

اگر نقطه‌ای روی خط قرار داشته باشد، با جایگذاری مختصات آن در معادله خط، تساوی برقرار می‌شود.

برای به دست آوردن شیب یک خط کافی است دو نقطه روی آن خط پیدا کنیم. خط به معادله  $y=mx+b$  را در نظر بگیرید. جایی که این خط محور  $y$  ها را قطع می‌کند، نقطه‌ای است که طول آن صفر است. با جایگذاری  $x=0$  در معادله این خط نتیجه می‌شود  $y=b$ ،  $b$  را عرض از مبدأ این خط می‌نامند. پس،  $\begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix}$  یک نقطه

از این خط است. با جایگذاری  $x=1$  در معادله این خط نتیجه می‌شود  $y=m+b$ . پس،  $\begin{bmatrix} 1 \\ m+b \end{bmatrix}$  یک نقطه دیگر از این خط است.





بنابراین شیب این خط برابر است با  $m = \frac{b}{1}$ . توجه کنید که شکل صفحه قبل برای حالتی رسم شده که  $m > 0$  و  $b > 0$ . برای سایر حالات  $m$  و  $b$ ، خودتان شکل مناسب را رسم کنید.

اگر معادله خطی به صورت  $y = mx + b$  باشد، شیب آن برابر  $m$  است.

مثال: معادله خطی را بیابید که شیب آن ۳ است و از نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  می‌گذرد.

اگر شیب خطی برابر  $m$  باشد، معادله آن به صورت  $y = mx + b$  است. پس، معادله این خط به صورت  $y = 3x + b$  است. با جایگذاری مختصات نقطه  $A$  در معادله، می‌توان مقدار  $b$  را پیدا کرد.

$$\begin{array}{rcl} 2 & = & 3 \times 1 + b \\ b & = & 2 - 3 \end{array}$$

با جایگذاری مقدار  $b$  در معادله خواهیم داشت:  $y = 3x - 1$ .



### فعالیت

۱- معادله خطی که شیب آن  $m$  است و از نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  می‌گذرد را بیابید.

۲- معادله خطی که شیب آن  $m$  است و از نقطه  $B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$  می‌گذرد را بیابید.

۳- معادله خطی که شیب آن  $m$  است و از نقطه  $C = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$  می‌گذرد را بیابید.

۴- معادله خطی که شیب آن  $m$  است و از نقطه  $D = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix}$  می‌گذرد را بیابید.

از این فعالیت نتیجه می‌شود:

معادله خطی به شیب  $m$  که از نقطه  $\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix}$  می‌گذرد به شکل زیر است.

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

مثال: معادله خطی را بنویسید که از نقطه  $A = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}$  می‌گذرد و شیب آن ۲ است.

$$\begin{array}{l} y - 2 = 2(x - 3) \\ y = 2x - 4 \end{array}$$

در خط به معادله  $2y = x$ ، شیب برابر ۱ نیست. چرا؟

مثال: معادله خطی را بنویسید که از دو نقطه  $A = \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \end{bmatrix}$  می‌گذرد. ابتدا شیب این خط را حساب می‌کنیم. چون  $A$  و  $B$  دو نقطه از این خط هستند، شیب آن برابر است با

$$m = \frac{3-2}{5-(-1)} = \frac{1}{6}$$

پس، معادله این خط به صورت زیر است:

$$y - 2 = \frac{1}{6}(x - (-1)) = \frac{1}{6}(x + 1)$$

$$y - 2 = \frac{1}{6}x + \frac{1}{6}$$

$$y = \frac{x}{6} + 2\frac{1}{6}$$



### پیش‌بینی

در مثال روبرو، آیا برای نوشتن معادله خط، می‌توانستیم از نقطه  $B$  استفاده کنیم؟

### تمرین در کلاس



الف) خط‌های به معادله‌های  $y = 2x + 1$ ،  $y = 2x + 3$ ،  $y = 2x + 2$  را در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

ب) وضعیت این خط‌ها نسبت به هم چگونه است؟

ج) شیب این خط‌ها چه رابطه‌ای با هم دارند؟ چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

د) در حالت کلی در ارتباط با توازی چند خط با یکدیگر و رابطه بین شیب آن‌ها چه حدسی می‌زنید؟

خط‌هایی که شیب یکسان دارند با هم موازی‌اند.

### فعالیت



۱- خط‌های به معادله‌های زیر را در دستگاه مختصات مقابل رسم کنید.

$$y = 2x + 3$$

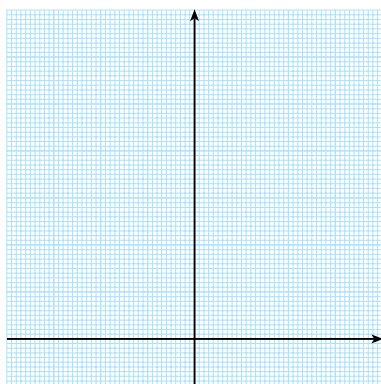
$$y = 2x + 2$$

$$y = x + 2$$

$$y = \frac{1}{5}x + 2$$

۲- با بررسی و مقایسه وضعیت خط‌های بالا، در مورد وضعیت خط

به معادله  $y = 2x + 2$  چه حدسی می‌زنید؟



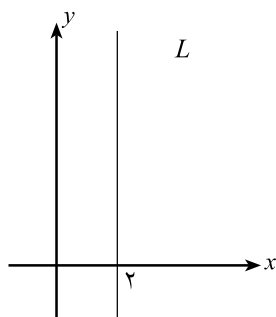
۳- پنج نقطه دلخواه روی خط  $y = 2$  در نظر بگیرید و جدول زیر را کامل کنید.

	A	B	C	D	E
x					
y					

۴- ویژگی مشترک این نقاط چیست؟

۵- با توجه به آن چه که انجام داده اید، توضیح دهید وضعیت خط  $y = b$  می تواند هر عدد ثابتی باشد) چگونه است و در مورد طول و عرض نقاط روی این خط چه می توان گفت؟

۶- خط  $L$  موازی محور  $y$  ها به شکل زیر رسم شده است. پنج نقطه دلخواه روی آن در نظر بگیرید و جدول زیر را تکمیل کنید.



	A	B	C	D	E
x					
y					

۷- ویژگی مشترک این نقاط چیست؟

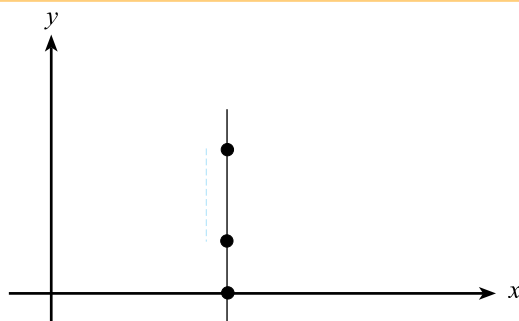
دیدیم که تمام نقاطی که عرض آن ها ۲ بود خطی را می ساختند که معادله آن  $y = 2$  بود. در این جا نیز تمام نقاطی که طول آن ها ۲ است خطی را می سازند که معادله آن  $x = 2$  در نظر می گیریم.

در حالت کلی، معادله خطی است موازی محور  $y$  ها که طول همه نقاط آن برابر  $b$  است.



### بیندیشیم

آیا می توان برای خط هایی که بر محور  $x$  ها عمود هستند، تعریف و فرمول شیب خط را به کار برد؟



معادله کلی یک خط دلخواه در صفحه را می توان به صورت  $ax + by = c$  در نظر گرفت. در حالتی که  $b \neq 0$ ، این معادله را به شکل استاندارد  $y = mx + d$  می توان نوشت که در آن  $m$  شیب این خط است. در حالت  $b = 0$  این معادله به صورت  $x = d$  در می آید که خطی عمود بر محور  $x$  ها است.

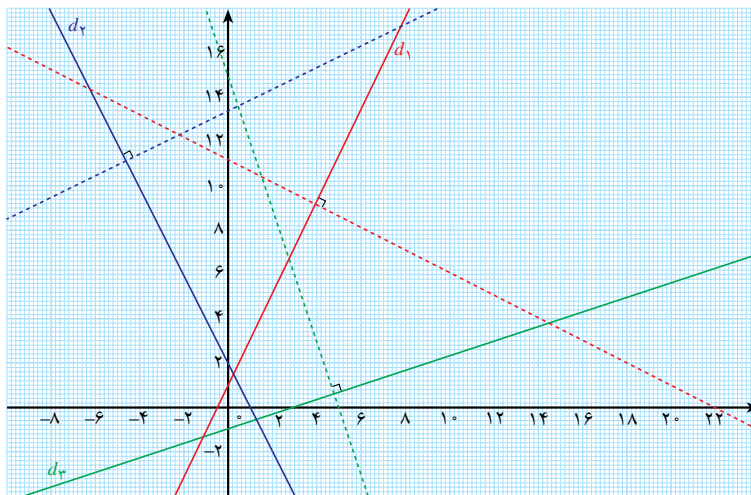
## خط های عمود بر هم

دیدیم که موازی بودن خط ها را می توانیم از طریق شیب آن ها تشخیص دهیم. در این بخش می خواهیم بررسی کنیم که آیا عمود بودن دو خط را هم می توانیم از طریق شیب آن دو خط تشخیص دهیم.

فعالیت



در شکل زیر سه خط  $d_1$  و  $d_2$  و  $d_3$  و خطوط عمود بر آن ها رسم شده اند.



۱- دو نقطه روی هر خط عمود در نظر بگیرید و به کمک خط کش، با اندازه گیری طول و عرض این نقاط، شیب هریک از این خط ها را به دست آورید.  
جدول زیر را کامل کنید.

معادله خط	$d_1: y=2x+1$	$d_2: y=2x+2$	$d_3: y=\frac{1}{3}x-1$
شیب خط			
شیب خط عمود			

۲- آیا می توانید حدس بزنید چه رابطه ای بین شیب های دو خط عمود بر هم وجود دارد؟

شرط عمود بودن دو خط با شیب های  $m$  و  $m'$ ، آن است که  $mm' = -1$ .



### مسائل

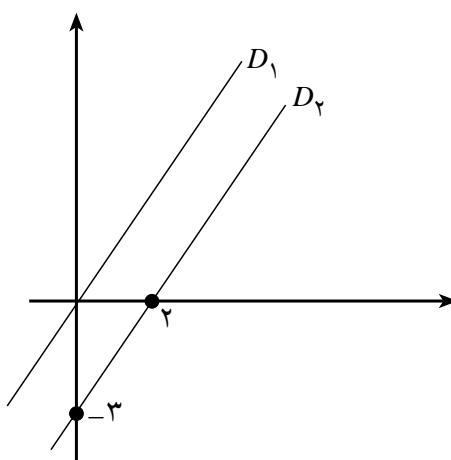
۱- معادله خطی را بنویسید که از نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  می‌گذرد و شیب آن ۲ است.

۲- معادله خطی را بنویسید که از دو نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$  می‌گذرد.

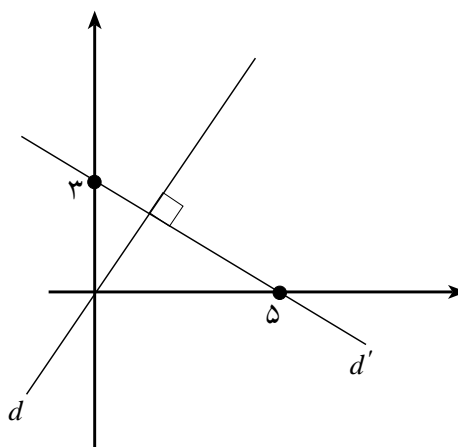
۳- معادله خطی را بنویسید که از نقطه  $\begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix}$  می‌گذرد و با نیمساز ربع اول  $(y, x)$  موازی است.

۴- وضعیت دو خط به معادله‌های  $x, y$  و  $2x, 2y$  نسبت به هم چگونه است؟

۵- معادله دو خط موازی  $D_1$  و  $D_2$  را در شکل زیر بنویسید.



۶- خط  $d$  بر  $d'$  عمود است. با توجه به شکل زیر معادله خطوط  $d$  و  $d'$  را بنویسید.



## دستگاه معادلات خطی دومجهولی

معادلاتی که در ابتدای این فصل بررسی کردیم دارای یک مجهول بودند. اما در حل بسیاری از مسائل، بیش از یک مجهول وجود دارد؟ برای یافتن این مجهولات، بیش از یک معادله مورد نیاز است و به همین دلیل معادلات داده شده را دستگاه معادلات می نامند. در این بخش یک حالت ساده از دستگاه معادلات را که دستگاه معادلات خطی دومجهولی نام دارد توضیح داده خواهد شد.



آقای کریمی می خواهد در یک باشگاه ورزشی ثبت نام کند. در اطراف خانه او دو باشگاه وجود دارد که هر کدام یک حق عضویت اولیه دارد و بابت هر جلسه استفاده نیز مبلغی دریافت می کند. باشگاه اول ۵۰۰۰ تومان حق عضویت می گیرد و برای هر جلسه استفاده ۵۰۰ تومان دریافت می کند. باشگاه دوم ۲۰۰۰ تومان حق عضویت می گیرد ولی برای هر جلسه استفاده ۷۰۰ تومان دریافت می کند.

۱- جدول زیر را که در آن، هزینه استفاده از هر باشگاه به ازای تعداد جلسات، آمده است کامل کنید.

تعداد جلسات	۱	۳	۸	۱۲	۱۸
هزینه کل در باشگاه اول					
هزینه کل در باشگاه دوم					

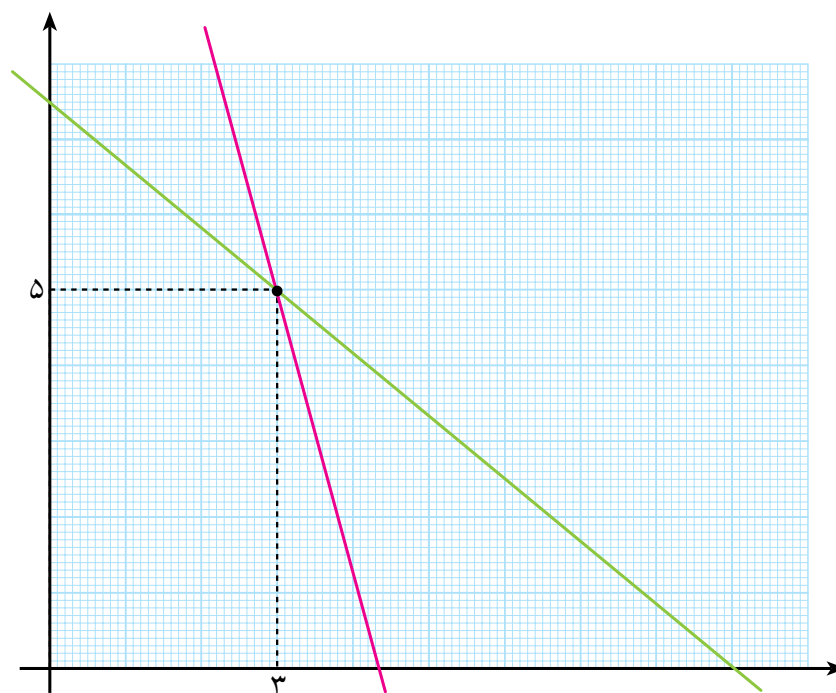
- ۲- هزینه استفاده از یک باشگاه را با  $y$  و تعداد جلسات استفاده شده از آن را با  $x$  نشان دهید و رابطه بین تعداد جلسات و هزینه کل را، به صورت دو معادله برای این دو باشگاه بنویسید و نمودار هر معادله را رسم کنید.
- ۳- یکی از دوستان آقای کریمی که در یکی از این دو باشگاه ثبت نام کرده می گوید: من تاکنون ۱۲ جلسه به باشگاه رفته ام و ۱۱۰۰۰ تومان پرداخته ام. با استفاده از نمودار تعیین کنید که این شخص در کدام باشگاه ثبت نام کرده است.
- ۴- با استفاده از معادله هایی که به دست آورده اید، معلوم کنید دوست آقای کریمی در کدام باشگاه ثبت نام کرده است و درستی پاسخ خود به سؤال قبل را بررسی کنید.
- ۵- اگر آقای کریمی بخواهد فقط ۱۰ جلسه از باشگاه استفاده کند، با استفاده از نمودار و معادله های به دست آمده نشان دهید ثبت نام در کدام باشگاه برای او باصرفه تر است؟
- ۶- برای ۱۵ جلسه استفاده، کدام باشگاه باصرفه تر است؟ آیا فرقی می کند که آقای کریمی در کدام باشگاه ثبت نام کند؟ روی نمودار دو خط، نقطه مربوط به ۱۵ جلسه استفاده از دو باشگاه، چه نقطه ای است؟

در این فعالیت، دو مجهول و دو معادله وجود دارد و این گونه مسائل را یک دستگاه دو معادله و دو مجهولی می‌نامند. جواب این دستگاه اعدادی هستند که اگر به جای  $x$  و  $y$  قرار دهیم، هر دو معادله هم‌زمان برقرار شوند.

مثال: یک بسته که در آن دو تا از کالای اول و سه تا از کالای دوم قرار دارد را وزن می‌کنیم و حاصل ۲۱ کیلوگرم است. یک بار دیگر بسته دیگری را که در آن سه تا از کالای اول و یکی از کالای دوم در آن است را وزن می‌کنیم و حاصل ۱۴ کیلوگرم است. آیا می‌توانید بگویید وزن هر کدام از کالاها چقدر است؟

اگر وزن کالای اول را با  $x$  و وزن کالای دوم را با  $y$  نشان دهیم، وزن اولین بسته نشان می‌دهد که  $2x + 3y = 21$  و وزن دومین بسته نشان می‌دهد که  $3x + y = 14$ .

یکی از روش‌های حل این دستگاه، روش هندسی است. اگر معادلات  $2x + 3y = 21$  و  $3x + y = 14$  را به عنوان معادلات دو خط در صفحه در نظر بگیریم، محل برخورد این دو خط نقطه‌ای است که مختصات آن هم‌زمان هر دو معادله را برقرار می‌کند.



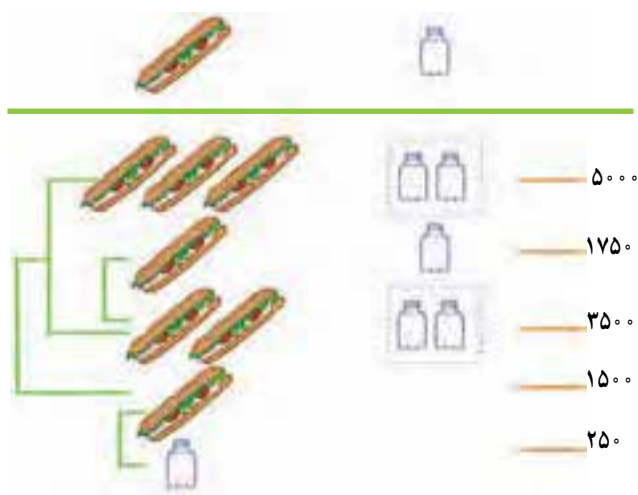
محل برخورد این دو خط در نقطه  $\begin{bmatrix} 3 \\ 5 \end{bmatrix}$  است. پس جواب این دستگاه  $x = 3$  و  $y = 5$  است.

اگر معادلات یک دستگاه خطی دوجوهولی را به عنوان معادله های دو خط در نظر بگیریم،  
مختصات محل برخورد این دو خط، جواب آن دستگاه معادلات است.

با رسم نمودار معادلات، می توان تقریب خوبی از جواب دستگاه معادلات به دست آورد. برای حل دستگاه معادلات،  
اغلب با رسم نمودار آنها و یافتن محل برخورد این نمودارها و اندازه گیری مختصات نقطه برخورد، می توان تخمینی  
از جواب دستگاه را به دست آورد و سپس با حل جبری دستگاه می توان پاسخ دقیق را محاسبه کرد. در ادامه دو  
روش جبری برای حل دستگاه معادلات خطی دوجوهولی معرفی می شوند.

## روش حذفی

فعالیت



حمید و بهروز برای خرید ساندویچ و نوشابه  
برای خود و دوستانشان به بوفه رفتند.  
حمید برای ۳ ساندویچ و ۲ شیشه نوشابه  
۵۰۰۰ تومان پرداخت و بهروز برای یک  
ساندویچ و یک شیشه نوشابه ۱۷۵۰ تومان  
پرداخت. حمید با نمایش تصویری روبرو  
کشف کرد که قیمت یک ساندویچ و قیمت  
یک شیشه نوشابه چقدر است.

هریک از مراحل حل مسئله توسط حمید  
را توضیح دهید.

روشی را که در فعالیت بالا مورد استفاده قرار گرفته است را روش حذفی برای حل دستگاه معادلات می نامند.  
برای بیان ریاضی این عملیات می توانیم قیمت یک ساندویچ را با  $x$  و قیمت یک شیشه نوشابه را با  $y$  نشان  
دهیم. در این صورت می توانیم بنویسیم:

$$\begin{cases} 3x + 2y = 5000 \\ x + y = 1750 \end{cases}$$



دستگاهی را که از چند معادله و چند مجهول تشکیل می‌شوند را دستگاه معادلات می‌نامند. مقادیری از متغیرهای این معادلات را که هم‌زمان تساوی‌های این معادلات را برقرار می‌کنند، جواب‌های این دستگاه می‌نامند. یافتن جواب‌های یک دستگاه را حل آن دستگاه می‌نامند.

برای حل دستگاه معادلات بالا، برای ایجاد ضریب‌های یکسان از یکی از متغیرها، معادله دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم و نتیجه می‌شود:

$$\begin{cases} 3x + 2y = 5000 \\ 2x + 2y = 3500 \end{cases}$$

با کم کردن این دو معادله از هم خواهیم داشت:

$$(3x \ 2y) \ (2x \ 2y) \ 5000 \ 3500$$

$$3x \ 2x \ 2y \ 2y \ 1500$$

$$x \ 1500$$

با جایگذاری  $x = 1500$  در هر کدام از معادلات بالا می‌توان  $y$  را پیدا کرد.

$$1500 \ y \ 1750$$

$$y \ 250$$

با جایگذاری این مقادیر از  $x$  و  $y$  در معادله اول می‌توانید درستی حل خود را امتحان کنید.

مثال: دستگاه معادلات زیر را حل کنید.

$$\begin{cases} x - y = 3 \\ 4x + 3y = 5 \end{cases}$$

برای حل این دستگاه، معادله اول را در ۳ ضرب می‌کنیم تا به شکل  $3x \ 3y \ 9$  درآید. با جمع دو معادله

می‌توان مجهول  $y$  را حذف کرد:  $3x \ 3y \ 4x \ 3y \ 5 \ 9$ .

پس از ساده کردن این معادله خواهیم داشت  $14x \ 14$  و نتیجه می‌شود  $x = 2$ . با جایگذاری در یکی از معادلات

نتیجه می‌شود  $y = 1$ .

برای حل این دستگاه معادلات، همچنین می‌توانیم ابتدا متغیر  $x$  را حذف کنیم و  $y$  را بیابیم. بنابراین، معادله

اول را در (۴) ضرب می‌کنیم:  $4x \ 4y \ 12$ .

با جمع این معادله با معادله دوم خواهیم داشت  $5x \ 12 \ 4x \ 4y \ 4x \ 3y \ 12$ . پس از ساده‌سازی داریم  $7y \ 7$

که نتیجه می‌دهد  $y = 1$ . اکنون با جایگذاری در معادله اول داریم  $3 \ (1) \ x$  که نتیجه می‌دهد:  $x = 2$ .



آموزش در کلاس

دستگاه معادله زیر را یک بار با حذف  $x$  و یک بار با حذف  $y$  حل کنید.

$$\begin{cases} 3x - 4y = 23 \\ -2x + 7y = -24 \end{cases}$$



معادله  $5000 \cdot 2y \cdot 3x$  را در نظر بگیرید :

- ۱- به ازای  $y = 1000$  مقدار  $x$  را بیابید؛
- ۲- به ازای  $y = 1750$  مقدار  $x$  را بیابید؛
- ۳- به ازای  $x = 1750$  مقدار  $y$  را بیابید.

یکی از روش های حل دستگاه معادلات روش جایگذاری است. در این روش ابتدا به کمک یکی از معادله ها یکی از متغیرها برحسب متغیر دیگر حساب می شود. سپس همانند بند ۳ فعالیت بالا با جایگذاری آن متغیر در معادله دیگر، به یک معادله برحسب یک متغیر می رسیم، آن گاه آن را با روش هایی که می شناسیم حل می کنیم. مثال : دستگاه دو معادله و دو مجهول زیر را حل کنید.

$$\begin{cases} x - y = 3 \\ 4x + 2y = 6 \end{cases}$$

از معادله اول نتیجه می شود که  $x = y + 3$ . اگر در معادله دوم به جای  $x$ ، مقدار  $y + 3$  را قرار دهیم به یک معادله برحسب  $y$  می رسیم و می توان آن را حل کرد؛ پس  $4(y + 3) + 2y = 6$ . پس از ساده کردن، این معادله به صورت  $6y + 12 = 6$  در می آید و نتیجه می شود  $y = -1$ . با استفاده از تساوی  $x = y + 3$  و این که  $y = -1$ ، نتیجه می گیریم  $x = 2$ . در این روش با استفاده از یکی از معادله ها، یکی از دو مجهول را برحسب مجهول دیگر به دست می آوریم. سپس مجهول محاسبه شده را در معادله دیگر جایگذاری می کنیم. در مثال بالا با استفاده از معادله اول،  $x$  را برحسب  $y$  حساب کردیم، سپس در معادله دوم روی  $x$  جایگذاری کردیم. با این عمل به یک معادله برحسب یک متغیر می رسیم و می توانیم آن را حل کنیم. این روش را، روش جایگذاری می نامند. مثال : دستگاه دو معادله و دو مجهول زیر را حل کنید.

$$\begin{cases} 2m + 3n = 15 \\ 3m + 2n = 15 \end{cases}$$

این دستگاه را یک بار با روش حذفی و یک بار با روش جایگذاری حل می کنیم. روش حذفی : معادله اول را در (۳) و معادله دوم را در ۲ ضرب می کنیم و یک دستگاه جدید به شکل زیر به دست می آید.

$$\begin{cases} -6m - 9n = -45 \\ 6m + 4n = 30 \end{cases}$$

### پیشنمایش

در روش جایگذاری، آیا فرقی می کند که کدام متغیر را برحسب متغیر دیگر به دست آوریم؟



جمع دو معادله صفحه قبل معادله زیر را می سازد.

$$6m \quad 9n \quad 6m \quad 4n \quad 45 \quad 30$$

$$5n \quad 15$$

$$n \quad 3$$

در معادله اول به جای  $n$  مقدار ۳ را قرار می دهیم و به معادله  $15 \quad 3 \times 3 \quad 2m$  می رسم، در نتیجه  $3 \quad m$ .  
روش جایگذاری: از معادله اول  $n$  را بر حسب  $m$  حساب می کنیم.

$$2m \quad 3n \quad 15$$

$$3n \quad 15 \quad 2m$$

$$n = 5 - \frac{2}{3}m$$

در معادله دوم جای  $n$  قرار می دهیم  $5 - \frac{2}{3}m$ ، و معادله به دست آمده بر حسب  $m$  را حل می کنیم:

$$3m + 2 \times (5 - \frac{2}{3}m) = 15$$

$$3m + 10 - \frac{4}{3}m = 15$$

$$\frac{5}{3}m = 5$$

$$m \quad 3$$

با جایگذاری  $3 \quad m$  در معادله اول نتیجه می شود  $15 \quad 3n \quad 2 \times 3$  و پس از ساده کردن خواهیم داشت:  $9 \quad 3n$   
که نتیجه می دهد  $3 \quad n$ .

مثال: معادله خطی را بنویسید که از نقاط  $A = \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} 2 \\ -3 \end{bmatrix}$  می گذرد.

قبلاً با استفاده از روش یافتن شیب خط، این گونه مسائل را حل می کردیم. اما، در این بخش با استفاده از حل دستگاه ها نیز می توانیم این مسئله را حل کنیم.

معادله کلی یک خط به صورت  $y = mx + b$  است. اگر این خط بخواهد از نقطه  $A$  بگذرد باید با جایگذاری طول و عرض آن در معادله این خط تساوی برقرار گردد، یعنی  $b = (1) \quad m \quad 2$  و در نتیجه  $2 \quad m \quad b$ . اگر این خط بخواهد از نقطه  $B$  بگذرد باید داشته باشیم  $3 \quad 2m \quad b$ . با این دو معادله یک دستگاه معادله خطی دو مجهولی تشکیل می شود که جواب آن، خط مورد نظر را مشخص می کند.

### مسئله: باب پنجاه و چهارم از کتاب مفتاح المعاملات

دو نفر در راهی هم سفر بودند. به جایی رسیدند و خوستند که با هم نان بخورند، همراه یکی از آنها ۳ نان بود و همراه دیگری ۲ نان. با هم مشغول خوردن شدند. نفر سومی ز ره رسید، تعارف کردند، و هم با آنها هم سفره شد و هر سه به یک سهم نان خوردند. نفر سوم ۵ درهم به آن دو نفر داد و گفت هر کدام به تعداد نان خود سهمش را ازین پول بردارد.

حال چگونه این پول را میان دو نفر تقسیم کنیم و سهم هر یک چند درهم است؟



### مسائل

۱- دستگاه معادلات (الف) را به روش جایگزینی و (ب) را به روش حذفی حل کنید.

$$\begin{array}{ll} \text{الف)} \begin{cases} y = 5 - 2x \\ 2y - 3x = 17 \end{cases} & \text{ب)} \begin{cases} 3x - 5y = 1 \\ 2x + 3y = 7 \end{cases} \end{array}$$

۲- نوعی کود از مخلوط شدن دو نوع که یکی سرعت دهنده رشد و دیگری غنی کننده مواد غذایی گیاه است، درست می شود. مخلوط های متفاوت اثرات متفاوتی دارد.

مخلوط (A) ۴ پیمانه از نوع اول و ۳ پیمانه از نوع دوم است که ۲۰۰ تومان قیمت دارد. مخلوط (B) ۳ پیمانه از نوع اول و ۵ پیمانه از نوع دوم است که ۱۷۰ تومان قیمت دارد. اگر یک پیمانه از نوع اول  $x$  تومان و یک پیمانه از نوع دوم  $y$  تومان قیمت داشته باشد،

الف) برای قیمت مخلوط A و B روابطی بر حسب  $x$  و  $y$  بنویسید.

ب) مقدار  $x$  و  $y$  را پیدا کنید.

ج) مخلوطی که دارای ۵ پیمانه از نوع اول و ۲ پیمانه از نوع دوم باشد، چه قیمتی دارد؟

۳- آیا می توان مقدار  $a$  را به گونه ای تعیین کرد که نقطه  $\begin{bmatrix} a \\ -1 \end{bmatrix}$  محل برخورد دو خط  $5x + 2y = 5$  و  $2x + y = 5$  باشد.

۴- با رسم نمودارهای دو خط  $y = \frac{3}{4}x - 5$  و  $3x + 5y = 2$  تحقیق کنید این دو خط در چه ربعی همدیگر را قطع می کنند. سپس با حل جبری دستگاه تشکیل شده از این معادله ها، مختصات نقطه محل تقاطع آن را به دست آورید و جواب خود را بررسی کنید.

# نسبت‌های مثلثاتی



در شکل بالا هواپیما، ماهواره‌بر ایرانی امید و چند ماهواره دیده می‌شود  
به نظر شما در یک لحظه شیب هر یک با محور افقی چقدر است؟

## طرح یک مسئله

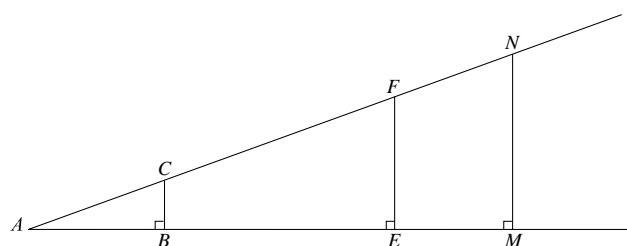
امروز در کلاس درس ریاضی، معلم گفت :

شما که ریاضی را خوب یاد گرفته اید توانایی های بسیاری در زندگی به دست آورده اید. شما کارهایی می توانید انجام دهید که دیگران نمی توانند. مدیر مدرسه گفته است که طناب تیرک پرچم مدرسه مدتی است که پوسیده شده است و لازم است طناب جدیدی برای آن بخریم ولی نمی دانیم طول تیرک پرچم چقدر است؟ من گفتم که دانش آموزان کلاس ریاضی من، ریاضی را خوب یاد گرفته اند و می توانند برای شما طول این تیرک را به دست آورند.

آیا شما می توانید طول تیرک پرچم یا بلندی ساختمان مدرسه خود را حساب کنید؟ برای این کار چه اطلاعاتی را نیاز دارید؟

معمولاً یک مسئله راه حل های متعددی دارد و هریک از شما ممکن است راه خاص خود را بیابد. یکی از راه های حل مسئله بالا، مقایسه طول اشیای بزرگ با طول اشیای کوچک است. فعالیت زیر ابزار مناسبی برای مقایسه طول ها فراهم می کند.

فعالیت



۱- یک زاویه با رأس A مانند روبه رو رسم شده است. روی یک ضلع این زاویه چند نقطه دلخواه مانند B و E و M در نظر گرفته شده است و از این نقاط عمودهایی بر این ضلع رسم شده است که ضلع دیگر را در نقاطی که به ترتیب C و F و N نامیده ایم قطع کرده اند.

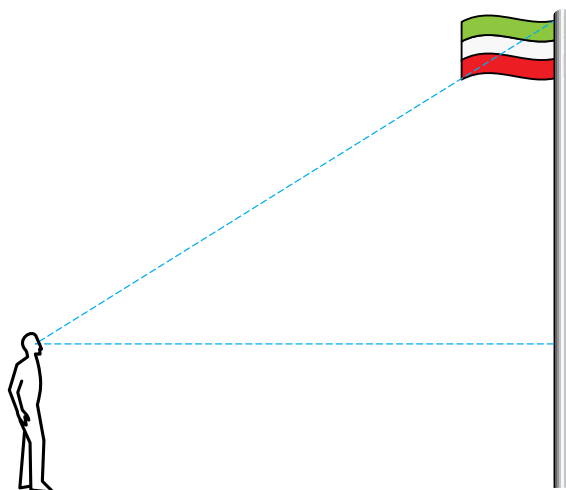
با اندازه گیری های مستقیم درستی تساوی های زیر را بررسی کنید.

$$\frac{BC}{AB} = \frac{EF}{AE} = \frac{MN}{AM}, \quad \frac{BC}{AC} = \frac{EF}{AF} = \frac{MN}{AN}, \quad \frac{AB}{AC} = \frac{AE}{AF} = \frac{AM}{AN}$$

۲- با رسم همین شکل با زاویه های دیگر و نقاط دیگر، درستی تساوی های بالا را بررسی کنید.

نسبت های بالا اعدادی هستند که فقط به زاویه انتخاب شده بستگی دارند.

به مسئله اصلی بازمی گردیم. احمد یکی از شاگردان علاقه مند کلاس بود و می خواست توانایی خود را در حل مسئله اندازه گیری طول تیرک پرچم بیازماید. او به نزدیکی تیرک پرچم رفت و مدتی به آن نگاه کرد و از خود پرسید مجهول مسئله چیست و برای یافتن آن، چه اطلاعاتی لازم است؟ او وضعیت مسئله را در یک شکل به صورت زیر در ذهن خود تجسم کرد.

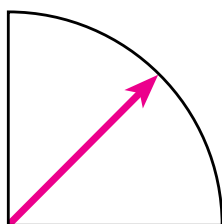


او گفت من طول قد خود را می دانم و فاصله ام را هم با تیرک پرچم می توانم به دست آورم و اگر بدانم با چه زاویه ای نوک تیرک را می بینم، این اطلاعات برای حل مسئله باید کافی باشد. بهتر است همراه احمد فعالیت زیر را انجام دهیم تا معلوم شود او تا چه حد در حل مسئله موفق خواهد بود.



### فعالیت

۱- یک ربع دایره مقوایی شبیه یک نقاله نصف شده بسازید و روی مرکز ربع دایره یک عقربه نازک مقوایی دیگر با پونس بچسبانید.



۲- به حیاط بروید<sup>۱</sup> و در فاصله ای مشخص شده از تیرک پرچم بایستید و در حالتی که یک ضلع ربع دایره به صورت افقی است، عقربه آن را در حالتی قرار دهید که نوک تیرک را نشان دهد. محل عقربه را روی محیط ربع دایره علامت

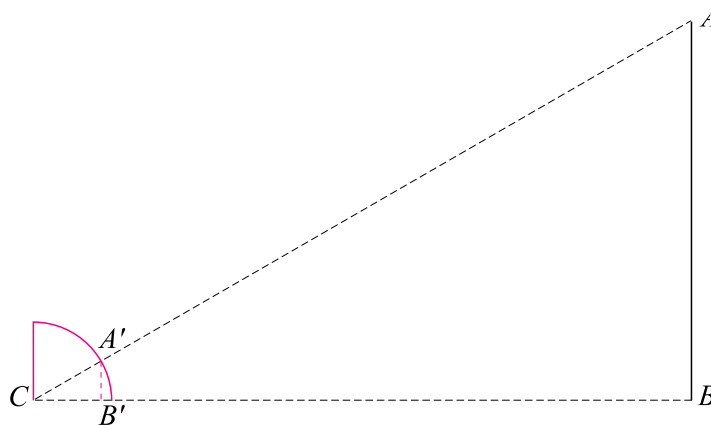
۱- در صورتی که امکان این کار را ندارید، در کلاس بمانید و ارتفاع تخته یا دیوار را اندازه بگیرید.

بزنید. فاصله ضلع افقی ربع دایره تا سطح زمین تقریباً به اندازه قد شما خواهد بود.

۳- حال به کلاس برگردید و ربع دایره مقوایی را روی یک کاغذ بگذارید. مرکز ربع دایره را C و محل علامت گذاری شده روی محیط ربع دایره را A' بنامید. از A' خط عمود بر ضلع افقی ربع دایره را رسم کنید تا این ضلع را در نقطه ای قطع کند و این نقطه را B' بنامید. در مثلث قائم الزاویه CA'B'، طول ضلع های A'B' و CB' را مستقیماً با خط کش اندازه گیری کنید.

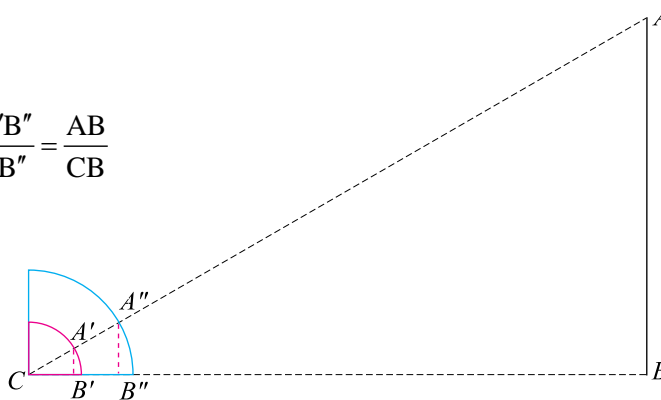
احمد یک ربع دایره به شعاع ۱۰ سانتی متر ساخته بود و عقربه او با ضلع افقی ربع دایره زاویه ۲۳ درجه ساخته بود. فاصله او با تیرک پرچم ۱۷ متر بود و قد احمد ۱/۶۵ متر بود.

۴- با استفاده از شکل زیر و نتایج فعالیت صفحه ۱۴۰ طول تیرک پرچم را حساب کنید.



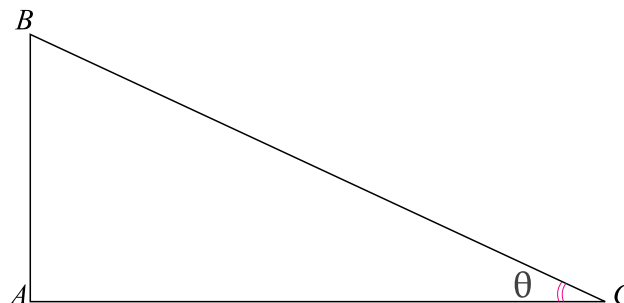
در انجام این فعالیت، هریک از شما ممکن است ربع دایره مقوایی خود را بسازد که احتمالاً هم اندازه نیستند. آیا این مطلب در محاسبه طول تیرک پرچم تأثیری خواهد داشت؟ برای مثال، فرض کنید حسن یکی دیگر از دانش آموزان است و ربع دایره ای ساخته است که شعاع آن دو برابر شعاع ربع دایره احمد است. با این فرض که حسن و احمد هم قد هستند و حسن در همان نقطه ای که احمد ایستاده بود، ایستاده است، محاسبات این دو نفر چه تفاوتی با هم خواهد داشت؟ شکل زیر نشان می دهد که این دو نفر نسبت های متفاوتی را تشکیل می دهند، ولی این دو نسبت مساوی اند.

$$\frac{A'B'}{CB'} = \frac{A''B''}{CB''} = \frac{AB}{CB}$$



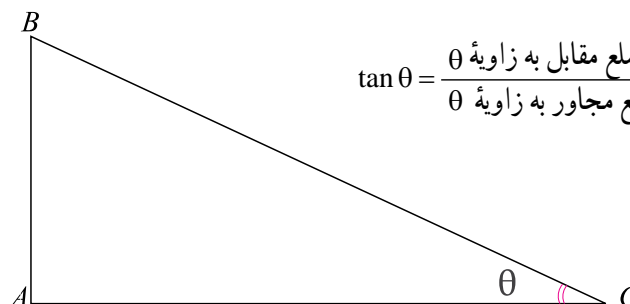


همان‌طور که مشاهده می‌شود، احمد از نسبت  $\frac{A'B'}{CB'}$  و حسن از نسبت  $\frac{A''B''}{CB''}$  برای حل مسئله استفاده می‌کند و مقدار این دو نسبت مساوی‌اند. در فعالیت صفحه ۱۴۰ دیدیم که این نسبت، عددی است که فقط بستگی به زاویه تشکیل شده در رأس C دارد. بنا به تعریف، این نسبت را **تانژانت** آن زاویه می‌نامند. در یک مثلث قائم‌الزاویه مانند زیر که یک زاویه آن  $\theta$  نامیده شده است، ضلع AB را ضلع روبه‌رو به این زاویه و ضلع AC را ضلع مجاور به این زاویه می‌نامند.



اگر  $\theta$  یک زاویه حاده (تند) باشد، تانژانت آن را با  $\tan\theta$  نشان می‌دهند<sup>۱</sup>. تعریف تانژانت نشان می‌دهد که :

در یک مثلث قائم‌الزاویه، اگر  $\theta$  یک زاویه حاده آن باشد،  $\tan\theta$  برابر است با تقسیم طول ضلع مقابل به  $\theta$  به طول ضلع مجاور به  $\theta$ .



$$\tan \theta = \frac{\text{طول ضلع مقابل به زاویه } \theta}{\text{طول ضلع مجاور به زاویه } \theta} = \frac{AB}{BC}$$

برای مثال،  $\tan 26^\circ$  تقریباً برابر  $0.487$  است، یعنی  $\tan 26^\circ \approx 0.487$ .

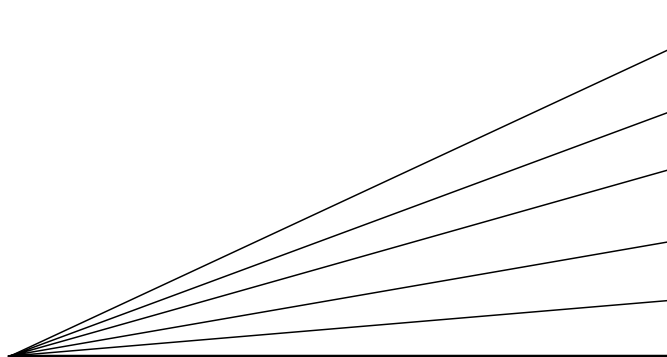


تمرین در کلاس

- ۱- یک جدول تشکیل دهید که در آن تانژانت زاویه‌های  $23^\circ$ ،  $30^\circ$ ،  $40^\circ$ ،  $45^\circ$  و  $60^\circ$  درجه به‌طور تقریبی با رسم مثلث قائم‌الزاویه و اندازه‌گیری مستقیم با خط‌کش و محاسبه نسبت‌ها، محاسبه شده باشند.
- ۲- با توجه به جدول، اگر زاویه حاده‌ای بزرگ شود تانژانت آن چه تغییری خواهد کرد؟

۱-  $\tan$  مخفف لغت انگلیسی tangent است. در برخی کتاب‌ها تانژانت را با  $\text{tg}$  نیز نشان می‌دهند.

۳- شکل زیر زاویه‌های متفاوتی را نشان می‌دهد که ضلع مجاور به آن‌ها ثابت است ولی ضلع روبه‌روی به آن‌ها متفاوت است. درستی ادعای خود در بند (۲) را از طریق شکل نشان دهید.



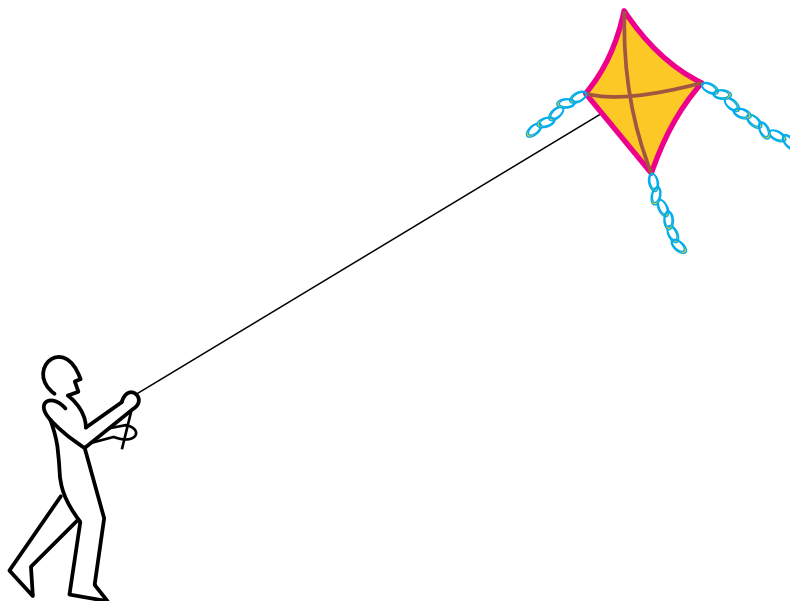
۴- اگر زاویه‌ای به صفر نزدیک شود تاثرات آن به چه عددی نزدیک می‌شود؟ از روی شکل درستی ادعای خود را نشان دهید.

### غیاث‌الدین جمشید کاشانی

جمشید بن مسعود بن محمود طبیب کاشانی ملقب به غیاث‌الدین در سال ۷۹۰ ق در کاشان متولد شد. او یکی از بزرگ‌ترین ریاضی‌دانان، منجمان و زیج‌نویسان ایرانی دوره اسلامی است. او ریاضی‌دانی هوشمند، مخترع، نقاد و صاحب افکار عمیق و مسلط بر آثار ریاضی‌دانان قبل از خود بود. او در فن محاسبه و به کار بستن روش‌های تقریبی بسیار توانمند بود. او برای اولین بار محاسبه عدد  $\pi$  تا شانزده رقم اعشار و محاسبه  $\sin 1^\circ$  تا بیست و دو رقم اعشار را انجام داده است. او در محاسبه عدد  $\pi$  که با دقت  $10^6/6$  است از ابزار مقدماتی در محاسبات که از مرز جذرگرفتن تجاوز نمی‌کند، استفاده نموده است و به قول تاریخ نگاران ریاضیات اروپا این اثر را شاهکار فن محاسبه نامیدند. او در محاسبه  $\sin 1^\circ$  با استفاده از تشکیل معادله جبری و استفاده از قضایای هندسی و حل معادله به روش تکرار که در ریاضیات حال حاضر بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد به محاسبه پرداخته است. او روشی برای محاسبه ریشه  $n$ ام یک عدد صحیح بیان می‌کند که ریاضی‌دانان اروپایی در قرن نوزدهم آن را ابداع کرده و به روش «روفینی – هورنر» معروف است. او کسرهای اعشاری را به صورت روش مند معرفی و به کار برد. از او آثار بسیار زیادی از جمله در رساله محیطیه، رساله وتر و جیب، مفتاح الحساب و ... را می‌توان نام برد. او در سال ۸۳۲ ق در رصدخانه سمرقند درگذشته است.

پس از حل مسئله یافتن طول تیرک پرچم، معلم مسئله دیگری را مطرح ساخت که شباهت بسیاری به مسئله اول داشت.

معلم پرسید: اگر شما بادبادکی را به هوا بفرستید، آیا می‌توانید بفهمید که چقدر از سطح زمین فاصله گرفته است؟



احمد گفت: هر چقدر نخ بیشتری را رها کرده باشیم بادبادک بالاتر رفته است، اگر بدانیم چقدر نخ فرستاده شده است می‌توانیم بفهمیم بادبادک چقدر بالا رفته است. (آیا این فکر احمد درست بود؟)  
حسن گفت: اما اگر شدت باد کم شود، هر چقدر هم که نخ فرستاده باشیم بادبادک پایین می‌آید و زاویه راستای نخ با سطح زمین کم می‌شود، پس فقط با دانستن مقدار نخ فرستاده شده نمی‌توان فهمید بادبادک چقدر بالا رفته است.

معلم گفت: پس چه چیز دیگری را برای حل این مسئله باید بدانیم؟

احمد گفت: به نظر می‌رسد زاویه نخ با سطح زمین هم مهم است و اگر این زاویه را بدانیم شاید بتوانیم فاصله بادبادک تا سطح زمین را محاسبه کنیم.

آیا شما می‌توانید دلیل درستی حدس احمد را بیان کنید؟ فرض کنید ۴۵ متر نخ رها شده است و زاویه نخ با سطح زمین ۳۹ درجه باشد و فاصله دست کسی که بادبادک را هوا کرده است از سطح زمین یک متر و پنجاه و پنج سانتی‌متر باشد.

در فعالیت زیر شما می‌توانید شیوه یافتن ارتفاع بادبادک را بیابید.

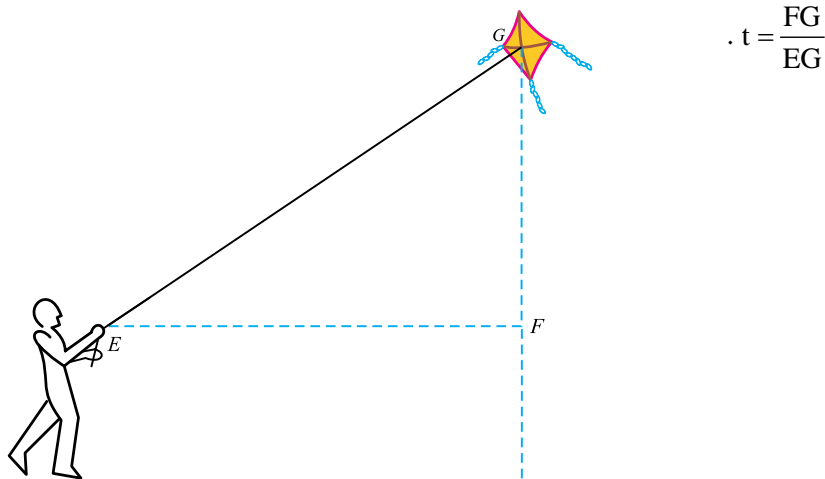
فعالیت



۱- یک مثلث قائم الزاویه رسم کنید که یک زاویه آن  $39^\circ$  درجه باشد. رأس قائمه را A و رأس مربوط به زاویه  $39^\circ$  درجه را B و رأس دیگر را C بنامید.

۲- با اندازه‌گیری مستقیم، نسبت  $\frac{AC}{CB}$  را حساب کنید و آن را t بنامید. با مروری بر فعالیت صفحه  $140^\circ$  نتیجه بگیرید که این نسبت بستگی به کوچکی یا بزرگی مثلث قائم الزاویه‌ای که رسم کرده‌اید ندارد.

۳- مثلث قائم الزاویه‌ای را در نظر بگیرید که وتر آن نخ بادبادک و یک ضلع آن خط موازی زمین و ضلع دیگر آن خط عمود از بادبادک به سطح زمین است. طبق شکل زیر رأس‌های آن نام‌گذاری شده‌اند، نتیجه بگیرید:

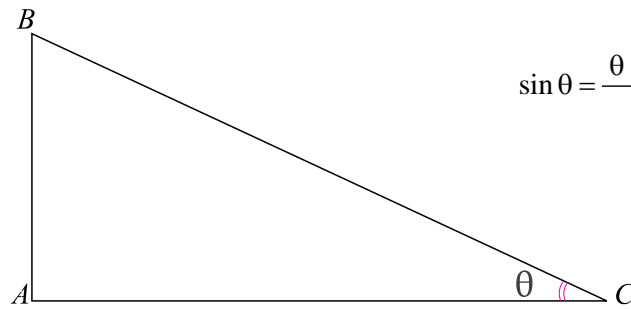


۴- با استفاده از تساوی بالا و دانستن مقدار t و مقدار EG و فاصله دست کسی که بادبادک را هوا کرده تا زمین، ارتفاع بادبادک را حساب کنید.

در حل مسئله بالا عدد t که عددی وابسته به زاویه  $39^\circ$  درجه بود، نقش مهمی را بازی کرد. این عدد را سینوس زاویه  $39^\circ$  درجه می‌نامند.

اگر  $\theta$  زاویه حاده‌ای باشد، و مثلث قائم الزاویه‌ای رسم کنیم که یک زاویه آن  $\theta$  باشد، حاصل تقسیم طول ضلع روبه‌رو به زاویه  $\theta$  به طول وتر را، سینوس  $\theta$  می‌نامند و با  $\sin \theta$  نشان می‌دهند.

فعالیت صفحه  $140^\circ$  نشان می‌دهد، این مقدار بستگی به کوچکی یا بزرگی مثلث رسم شده ندارد و فقط به زاویه  $\theta$  بستگی دارد.



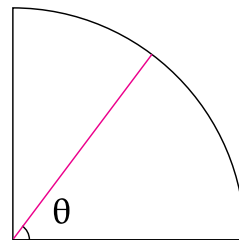
$$\sin \theta = \frac{\text{طول ضلع مقابل به زاویه } \theta}{\text{طول وتر}} = \frac{AB}{BC}$$

برای مثال،  $\sin 39^\circ$  تقریباً برابر است با  $0/629$ ، یعنی  $\sin 39^\circ \approx 0/629$ .



### تمرین در کلاس

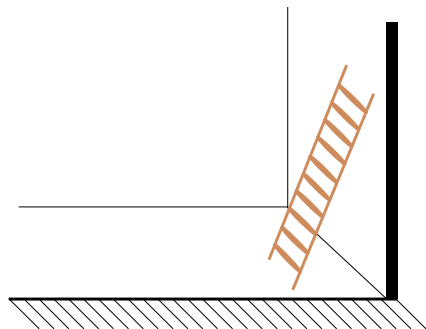
- ۱- یک جدول تشکیل دهید که در آن سینوس زاویه‌های  $23^\circ$ ،  $30^\circ$ ،  $40^\circ$ ،  $45^\circ$  و  $60^\circ$  درجه به طور تقریبی با رسم مثلث قائم الزاویه و اندازه‌گیری مستقیم با خط‌کش و محاسبه نسبت‌ها، محاسبه شده باشند.
- ۲- با رسم یک ربع دایره به شعاع ۱، برای یک زاویه حاده  $\theta$  که در زیر نشان داده شده است،  $\sin \theta$  را به صورت طول یک پاره خط، در شکل نشان دهید.



- ۳- در شکل بالا، اگر زاویه  $\theta$  بزرگ شود سینوس آن چه تغییری خواهد کرد؟ از روی شکل و جدول درستی ادعای خود را نشان دهید.
- ۴- اگر زاویه  $\theta$  به صفر نزدیک شود سینوس آن به چه عددی نزدیک می‌شود؟ از روی شکل درستی ادعای خود را نشان دهید.
- ۵- اگر زاویه  $\theta$  به  $90^\circ$  درجه نزدیک شود سینوس آن به چه عددی نزدیک می‌شود؟ از روی شکل درستی ادعای خود را نشان دهید.

## کسینوس زاویه

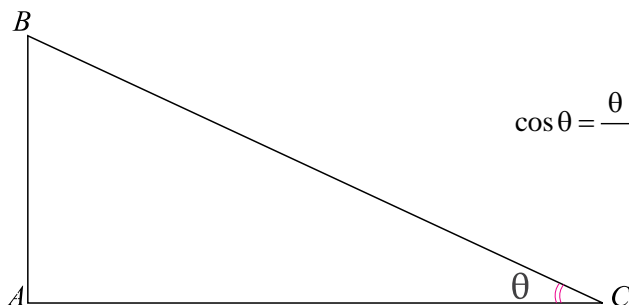
فرض کنید نردبانی را برای رفتن به پشت بام به دیوار تکیه داده ایم. شما می توانید فاصله پای نردبان که بر زمین قرار دارد را تا دیوار حساب کنید. هم چنین زاویه ای که نردبان با سطح زمین می سازد را هم می توانید اندازه بگیرید. آیا با این اطلاعات می توانید طول نردبان را حساب کنید؟



در اکثر مسائل هندسی که زاویه در آن ها نقش مهمی را بازی می کند تانژانت و سینوس زاویه ها در محاسبات بسیار کارگشا هستند. در حل مسئله بالا، عدد دیگری که آن هم از طریق یک زاویه تعیین می شود نقش اصلی را بازی می کند. این عدد را کسینوس زاویه می نامند.

اگر  $\theta$  زاویه حاده ای باشد، و مثلث قائم الزاویه ای رسم کنیم که یک زاویه آن  $\theta$  باشد، حاصل تقسیم طول ضلع مجاور به زاویه  $\theta$  به طول وتر را، کسینوس  $\theta$  می نامند و با  $\cos \theta$  نشان می دهند.

فعالیت صفحه ۱۴۰ نشان می دهد، این مقدار بستگی به کوچکی یا بزرگی مثلث رسم شده ندارد و فقط به زاویه  $\theta$  بستگی دارد.

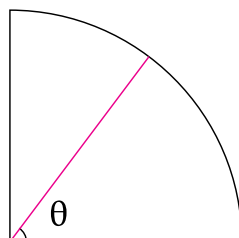


$$\cos \theta = \frac{\text{طول ضلع مجاور به زاویه } \theta}{\text{طول وتر}} = \frac{AC}{BC}$$

مثلاً،  $\cos 27^\circ$  تقریباً برابر است با  $0.891$ ، یعنی  $0.891 \approx \cos 27^\circ$ .



۱- با رسم یک ربع دایره به شعاع ۱، برای یک زاویه حاده  $\theta$  که در زیر نشان داده شده است،  $\cos \theta$  را به صورت طول یک پاره خط، در شکل نشان دهید.



۲- اگر زاویه حاده  $\theta$  بزرگ شود کسینوس آن چه تغییری خواهد کرد؟ از روی شکل درستی ادعای خود را نشان دهید.

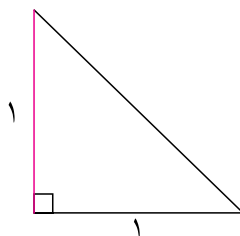
۳- اگر زاویه حاده  $\theta$  به صفر نزدیک شود کسینوس آن به چه عددی نزدیک می شود؟ از روی شکل درستی ادعای خود را نشان دهید.

۴- اگر زاویه حاده  $\theta$  به  $90^\circ$  درجه نزدیک شود کسینوس آن به چه عددی نزدیک می شود؟ از روی شکل درستی ادعای خود را نشان دهید.

برای زاویه های حاده، از طریق نسبت های طول اضلاع مثلث های قائم الزاویه، اعدادی را ساختم که تانژانت و سینوس و کسینوس این زاویه ها نام داشت. این اعداد را نسبت های مثلثاتی می نامند و در محاسبات هندسی نقش مهمی دارند.



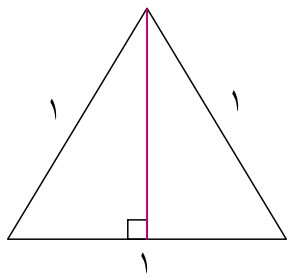
در زیر یک مثلث قائم الزاویه رسم شده است که طول اضلاع مجاور قائمه آن برابر ۱ است.



۱- نشان دهید که زاویه های حاده این مثلث  $45^\circ$  درجه است و طول وتر این مثلث را محاسبه کنید.

۲- سینوس و کسینوس و تانژانت زاویه  $45^\circ$  درجه را به دست آورید.

در زیر یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع ۱ رسم شده است. ارتفاع، میانه و نیمساز مربوط به هر رأس بر هم منطبق اند و یکی از آن‌ها در یکی از رأس‌ها رسم شده است و دو مثلث قائم‌الزاویه مساوی به دست آمده است.



۳- طول اضلاع و زاویه‌های این مثلث‌های قائم‌الزاویه را حساب کنید.

۴- سینوس و کسینوس و تانژانت زاویه‌های  $30^\circ$  و  $60^\circ$  درجه را به دست آورید.

با حل تمرین بالا، می‌توانید جدول زیر را که نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های  $30^\circ$ ،  $45^\circ$  و  $60^\circ$  درجه را نشان می‌دهد، به دست آورید.

زاویه	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
سینوس	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
کسینوس	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
تانژانت	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	۱	$\sqrt{3}$

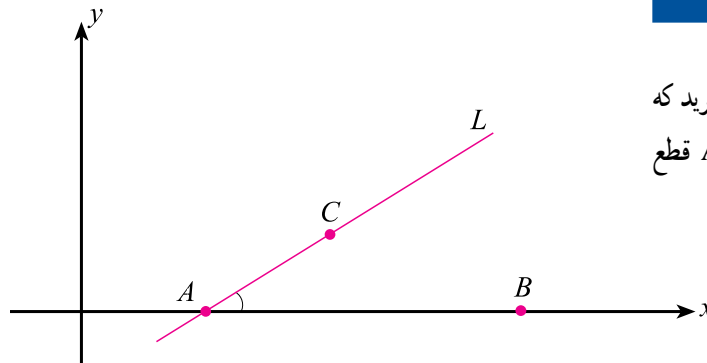
نتیجه کنید

$$\sin(2\theta) \neq 2\sin\theta, \quad \sin(30^\circ) \neq \sin(45^\circ), \quad \sin(30^\circ) \neq \sin(45^\circ)$$

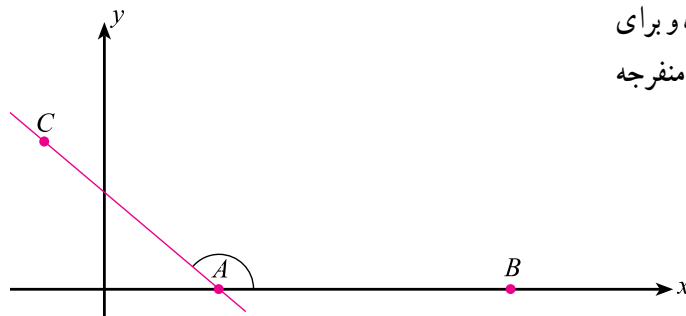


## شیب خط و تانژانت

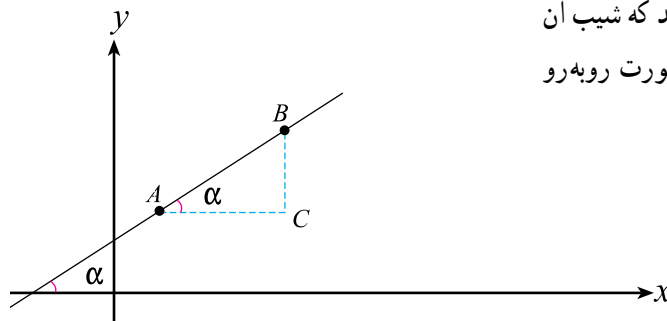
خطی مانند  $L$  در صفحه در نظر بگیرید که محور  $x$  ها را در نقطه‌ای مانند  $A$  قطع می‌کند.



سمت راست نقطه  $A$  روی محور  $x$  ها نقطه‌ای مانند  $B$  انتخاب می‌کنیم و بالای محور  $x$  ها روی خط  $L$  نقطه‌ای مانند  $C$  انتخاب می‌کنیم. زاویه بین دو نیم خط  $AB$  و  $AC$  را زاویه بین خط  $L$  و محور  $x$  ها می‌نامند. برای خط‌های با شیب مثبت این زاویه حاده و برای خط‌های با شیب منفی این زاویه منفرجه (باز) است.



خطی به معادله  $y = mx + b$  در نظر بگیرید که شیب آن مثبت باشد. شکل کلی این خط به صورت روبه‌رو است.



یادآوری می‌کنیم که شیب این خط برابر است با  $\frac{BC}{AC}$ ، از طرف دیگر می‌دانید که این نسبت همان تانژانت زاویه بین این خط و محور افقی است. بنابراین:

شیب هر خط که با محور افقی زاویه حاده می‌سازد، همان تانژانت زاویه بین خط و محور افقی است، یعنی  $\tan \alpha = m$ .

$m$  را ضریب زاویه خط  $y = mx + b$  نیز می‌نامند.

## روابط بین نسبت های مثلثاتی

از آن جا که هر کدام از سینوس و کسینوس و تانژانت<sup>۱</sup> زاویه ها به صورت یک نسبت به دست می آیند، آن ها را نسبت های مثلثاتی می نامند. این مقادیر بی ارتباط به هم نیستند و اگر یکی از آن ها را بدانیم، دو تای دیگر را می توان به دست آورد.

### تمرین در کلاس



یک مثلث قائم الزاویه رسم کرده و زاویه های حاده آن را  $\theta$  و  $\alpha$  بنامید. می دانید  $90^\circ = \alpha + \theta$ .

۱- نشان دهید  $\sin \alpha$  و  $\cos \theta$  و  $\sin \theta$  و  $\cos \alpha$ .

۲- برای زاویه حاده  $\theta$  نشان دهید  $\sin \theta \cos(90^\circ - \theta)$  و  $\cos \theta \sin(90^\circ - \theta)$ .

دو زاویه که جمع آن ها  $90^\circ$  درجه شود، زاویه های متمم می نامند. در مثلث های قائم الزاویه، زاویه های حاده آن متمم یکدیگرند. تمرین بالا نشان می دهد که سینوس یک زاویه با کسینوس متمم آن زاویه مساوی است، هم چنین کسینوس یک زاویه با سینوس متمم آن زاویه مساوی است.

### فعالیت



یک زاویه حاده رسم کنید و آن را  $\theta$  بنامید.

۱- یک مثلث قائم الزاویه روی اضلاع زاویه  $\theta$  به گونه ای رسم کنید که وتر آن طول ۱ داشته باشد. رأس قائمه را C و رأس زاویه  $\theta$  را A و رأس دیگر را B بنامید.

۲- از روی تعریف نسبت های مثلثاتی نتیجه بگیرید:

$$AC = \cos \theta, \quad CB = \sin \theta, \quad \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}, \quad (\sin \theta)^2 + (\cos \theta)^2 = 1$$

۳- نشان دهید برای زاویه حاده  $\theta$  داریم  $0 < \sin \theta < 1$  و  $0 < \cos \theta < 1$ .

۱- برای زاویه ها یک نسبت مثلثاتی دیگر نیز به نام کتانژانت تعریف می شود که در این کتاب نیامده است. کتانژانت یک زاویه  $\theta$  را با  $\cot \theta$  نشان می دهند

و به صورت  $\cot \theta = \frac{1}{\tan \theta}$  تعریف می کنند.

برای سادگی، در نوشتن توان‌های عبارت‌هایی مانند  $\sin\theta$  یا  $\cos\theta$  به جای  $(\sin\theta)^2$  می‌نویسیم  $\sin^2\theta$  یا به جای  $(\cos\theta)^3$  می‌نویسیم  $\cos^3\theta$ . توجه داشته باشید که  $\sin\theta^2$  به معنای  $\sin(\theta^2)$  است.

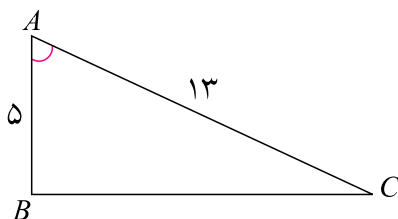
توجه کنید

$$\sin^2\theta \neq \sin\theta^2$$



مسائل

۱- در مثلث قائم‌الزاویه زیر نسبت‌های مثلثاتی زاویه رأس A را حساب کنید.



۲- مقدار عددی هر یک از عبارت‌های سمت چپ را به مساوی آن در سمت راست نظیر کنید.

$\sin^2(7^\circ) + \cos^2(7^\circ)$
$\sin(45^\circ) + \cos(45^\circ)$
$\frac{1}{\sin(30^\circ)}$

$\frac{1}{2}$
۲
$\sqrt{2}$
۱

۳- مقدار عددی عبارت زیر را به دست آورید.

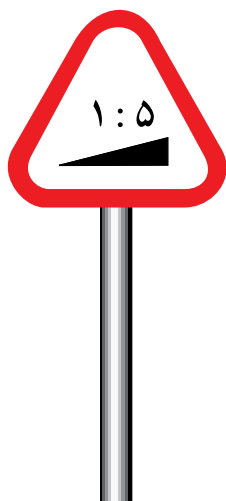
$$A = \frac{2\cos^2(30^\circ) - 2\sin(30^\circ)}{2\tan(45^\circ) + 3\cos^2(60^\circ)}$$

۴- طول وتر یک مثلث قائم‌الزاویه  $10^\circ$  سانتی‌متر و سینوس یکی از زاویه‌های آن  $\frac{3}{5}$  است. محیط این مثلث چند سانتی‌متر است؟

۵- یک عدد مثبت کوچک‌تر از ۱ انتخاب کنید و آن را  $a$  بنامید. یک زاویه حاده  $\alpha$  بسازید که  $\sin\alpha = a$  و یک زاویه حاده  $\beta$  بسازید که  $\cos\beta = a$ .

۶- اگر نردبانی را به دیوار تکیه داده باشیم و فاصله پای نردبان تا دیوار ۱ متر و ۲۵ سانتی‌متر شده باشد و زاویه نردبان با سطح زمین  $36^\circ$  درجه باشد، طول نردبان چقدر است؟ آیا ارتفاع دیوار را هم می‌توانید حساب کنید؟ آیا اطلاعات دیگری لازم است؟

۷- هواپیمایی می‌خواهد از روی باند بلند شود. ابتدا  $300^\circ$  متر روی باند حرکت می‌کند تا سرعت لازم را پیدا کند. سپس، با زاویه  $45^\circ$  درجه از زمین بلند می‌شود، وقتی به بالای انتهای باند می‌رسد،  $140^\circ$  متر ارتفاع گرفته است. طول کل باند چقدر است؟



۸- تابلویی در جاده وجود دارد که شیب جاده را به صورت (۱:۵) نشان می‌دهد. معنای این تابلو آن است که هر ۵ متر که به طور افقی جلو رفته باشیم، یک متر ارتفاع جاده اضافه می‌شود. زاویه‌ای که جاده با افق می‌سازد چقدر است؟ (از رسم مثلث و نقاله استفاده کنید.)

۹- خط  $۳x - \sqrt{۳}y = ۱$  با جهت مثبت محور  $x$  ها چه زاویه‌ای می‌سازد؟

۱۰- معادله خطی را بنویسید که با جهت مثبت محور  $x$  ها زاویه  $۶۰^\circ$  درجه بسازد و محور طول‌ها را در نقطه‌ای به طول ۲ قطع کند.

۱۱- درستی یا نادرستی هریک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید.

الف)  $\cos 3^\circ < \cos 4^\circ$

ب)  $\tan 7^\circ < \tan 8^\circ$

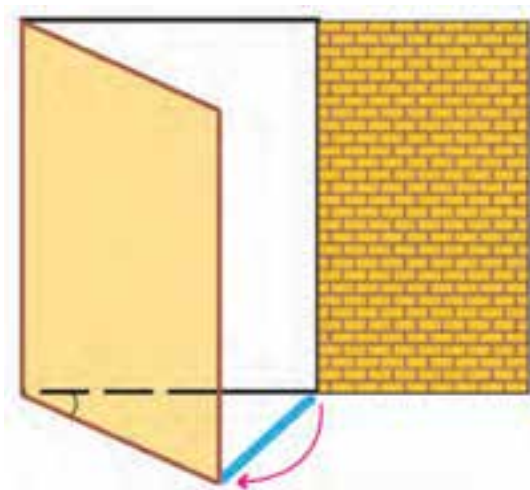
ج)  $\sin 2^\circ < \sin 5^\circ$

د)  $\cos 7^\circ \sin 2^\circ$

هـ)  $\cos^2 35^\circ \sin^2 35^\circ$

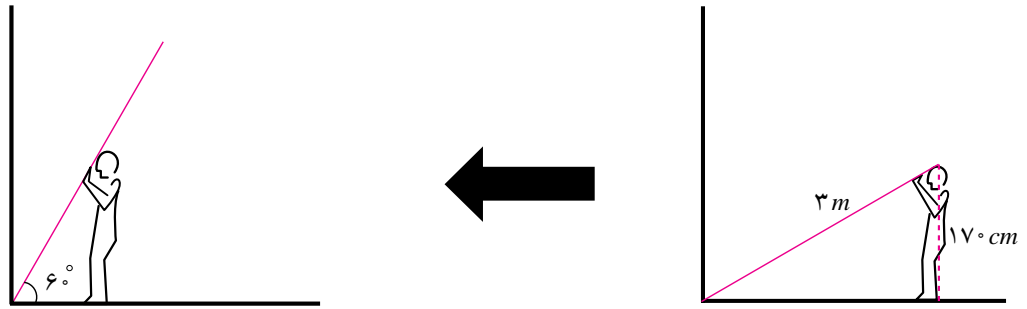
و)  $\cos 6^\circ \cdot 2 \cos 3^\circ$

ز)  $\frac{\sin 35^\circ}{\sin 55^\circ} = \tan 35^\circ$



۱۲- میله‌ای فلزی داریم که می‌خواهیم برای باز نگه داشتن یک در، طبق شکل روبه‌رو از آن استفاده کنیم. عرض در  $۷۰^\circ$  سانتی‌متر است. طول میله چقدر باشد تا زاویه بین در و دیوار  $۴۰^\circ$  درجه شود؟ اگر طول میله  $۶۰^\circ$  سانتی‌متر باشد، چه زاویه‌ای بین در و دیوار ایجاد می‌شود؟ (از رسم مثلث و نقاله استفاده کنید.)

۱۳- فردی با قد یک متر و هفتاد سانتی متر می خواهد میله ای به طول ۳ متر را طبق شکل زیر با زاویه  $60^\circ$  درجه بلند کند. او ابتدا یک سر میله را به دیوار تکیه می دهد و میله را تا قد خود بالا می آورد. او آن قدر به سمت دیوار حرکت می کند تا زاویه میله با سطح زمین  $60^\circ$  درجه شود. او چقدر به سمت دیوار حرکت کرده است؟



۱۴- معنای عبارت های  $\sin^2\theta$ ،  $\sin\theta^2$  و  $\sin^2\theta$  را توضیح دهید و بایک مثال برای  $\theta$  تفاوت آن ها را نشان دهید.





# عبارت‌های گویا



برای آن که عکس واضحی روی دوربین ایجاد شود، عدسی دوربین به عقب یا جلو حرکت می‌کند. دلیل این امر قوانین فیزیکی مربوط به نور و عدسی‌ها است. محاسبات لازم برای یافتن مکان عدسی، محاسباتی جبری است.

## حل یک مسئله

آقای صالحی، پدر یکی از دانش‌آموزان این مدرسه، می‌خواهد تا عید امسال خانه خود را رنگ بزند. یک نقاش گفته است می‌تواند خانه را در ۱۲ روز نقاشی کند. نقاش دیگری گفته است می‌تواند خانه را در ۹ روز نقاشی کند. آقای صالحی برای سرعت بیشتر، از این دو نقاش خواسته است با هم خانه را رنگ بزنند. آقای صالحی از پسر خود خواسته است که حساب کند کار نقاشی خانه چقدر طول خواهد کشید. احمد این مسئله را در کلاس مطرح کرد و گفت من فکر کردم جواب این مسئله باید ۲۱ ۹ ۱۲ باشد، ولی پدرم این جواب را درست ندانست.

معلم از سایر دانش‌آموزان پرسید: چرا این جواب نادرست است؟  
اکبر گفت: روشن است که این جواب نادرست است، زیرا هر کدام از نقاش‌ها اگر به تنهایی هم کار می‌کردند در ۹ روز یا ۱۲ روز کار را تمام می‌کردند، پس وقتی با هم کار کنند باید انجام کار، زمان کمتری طول بکشد. نه این که بیشتر طول بکشد.

معلم پرسید: پس جواب درست چیست؟  
اکبر گفت: تقریباً هر کدام از نقاش‌ها نیمی از کار را انجام می‌دهند، پس جواب، عددی بین ۴/۵ تا ۶ روز باید باشد.

معلم گفت: این یک جواب تقریبی است و تخمین آن درست است ولی برای توجیه درستی این تخمین استدلال بهتری لازم است. آیا می‌توانید روشی برای به دست آوردن جواب دقیق ارائه کنید؟  
حسن گفت: ما باید بتوانیم سرعت کار کردن این دو نقاش را با هم مقایسه کنیم. بهتر است بدانیم هر کدام از این‌ها در یک روز چه مقدار از خانه را رنگ می‌کنند.

با توجه به این که نقاش اول در ۱۲ روز تمام خانه را رنگ می‌کند، او در یک روز  $\frac{1}{12}$  خانه را رنگ می‌کند. با همین استدلال نقاش دوم در یک روز  $\frac{1}{9}$  خانه را رنگ می‌کند. پس هر دو با هم در یک روز  $\frac{1}{12} + \frac{1}{9} = \frac{7}{36}$  خانه را رنگ می‌کنند.

اگر تعداد روزهای لازم برای رنگ کردن خانه  
را X در نظر بگیریم تناسب روبه‌رو را تشکیل می‌دهیم.

روز	کار
۱	$\frac{7}{36}$
x	۱





ببیندیشیم

۵,۱۴ روز

چه معنایی دارد؟

$$\frac{\frac{7}{36}}{1} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{1 \times 1}{\frac{7}{36}} = \frac{36}{7} \approx 5.14$$



فعالیت

یک حوض در نظر بگیرید که توسط دو شیر آب پر می‌شود. فرض کنید شیر اول به تنهایی در  $a$  ساعت حوض را پر می‌کند و شیر دوم به تنهایی در  $b$  ساعت حوض را پر می‌کند و اگر این دو شیر را با هم باز کنیم حوض در  $x$  ساعت پر خواهد شد. با انجام مراحل زیر می‌خواهیم  $x$  را بر حسب  $a$  و  $b$  حساب کنیم.

۱- شیر اول به تنهایی در یک ساعت چه کسری از حوض را پر می‌کند؟

۲- شیر دوم به تنهایی در یک ساعت چه کسری از حوض را پر می‌کند؟

۳- هر دو شیر با هم در یک ساعت چه کسری از حوض را پر می‌کنند؟

۴- وقتی هر دو شیر با هم باز هستند در  $x$  ساعت حوض پر می‌شود، در یک ساعت چه کسری از حوض پر می‌شود؟

۵- با توجه به محاسبات بالا، رابطه ریاضی بین  $x$  و  $a$  و  $b$  را بنویسید.

در انجام فعالیت بالا معادله

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{x}$$

به دست می‌آید که برای حل آن به شکل زیر عمل می‌کنیم.

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{b}{ab} + \frac{a}{ab}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{a+b}{ab}$$

$$x = \frac{ab}{a+b}$$

بنابراین، اگر دو شیر آب همزمان باز باشند، حوض در  $\frac{ab}{a+b}$  ساعت پر خواهد شد.

اگر از ما بپرسند حوضی هست که از درون آن سه رود می‌گذرد که از گذر یک رود، حوض در سه روز پر می‌شود، رود دوم در چهار روز و رود سوم در پنج روز پر می‌شود. اگر هر سه رود هم‌زمان در حوض وارد شوند، در چند روز حوض پر می‌شود؟

پاسخ آن است که جواب آن را بگیریم سه و چهار و پنج، مقدار روزها را به مخرج‌ها می‌آوریم می‌شود ثلث و ربع و خمس  $(\frac{1}{3})$ ،  $(\frac{1}{4})$  و  $(\frac{1}{5})$ . سپس ثلث و ربع و خمس را به مخرج شصت می‌آوریم.

بیست، پانزده و دوازده، آن را جمع می‌کنیم می‌شود چهل و هفت و مخرج آن را که شصت است بر آن تقسیم می‌کنیم که جواب می‌شود و سیزده از چهل و هفت می‌ماند پس حوض در مدت یک روز و شش ساعت و چهل دقیقه پر می‌شود.

(مسئله از مفتاح المعاملات)

همان‌گونه که در فعالیت بالا دیدید، در حل بسیاری از مسائل لازم است عبارت‌هایی مانند  $\frac{1}{a}$ ،  $\frac{1}{b}$  و  $\frac{ab}{a+b}$  را در نظر بگیریم و روی آن‌ها محاسباتی انجام دهیم. این گونه عبارت‌ها را عبارت‌های گویا می‌نامند.

عبارت‌های جبری که پس از ساده کردن، به صورت تقسیم دو چند جمله‌ای در می‌آیند را یک عبارت گویا می‌نامند.

برای مثال، عبارت‌های جبری زیر عبارت‌هایی گویا هستند.

$$\frac{x+2}{x-1}, \quad \frac{xy+x^2+1}{x^2+y^2}, \quad \frac{a^2b+b^2a}{a+b}, \quad 4xy^2, \quad 7$$

ولی، عبارت‌های جبری زیر، عبارت گویا نیستند.

$$\sqrt{x}+1, \quad \frac{2-x^2\sqrt{y}}{y^2+x}, \quad \frac{1}{\sqrt[3]{x^2+y}}$$



تمرین در کلاس

زمینی مستطیلی شکل در نظر بگیرید که طول و عرض آن به ترتیب  $X$  متر و  $Y$  متر باشند.

- ۱- اگر در این زمین یک مستطیل را جدا کنیم که عرض آن نصف عرض زمین و طول آن یک سوم طول زمین باشد، مساحت آن چقدر خواهد شد؟ نسبت مساحت این قسمت به مساحت کل زمین چقدر خواهد بود؟
- ۲- اگر در گوشه‌ای از این زمین باغچه‌ای بسازیم که طول آن  $20$  متر کمتر از طول زمین و عرض آن  $30$  متر کمتر از عرض زمین باشد، محیط این باغچه برحسب  $X$  و  $Y$  چند متر و مساحت آن چند متر مربع است؟
- ۳- مساحت باغچه چه کسری از مساحت کل زمین است؟
- ۴- کدام یک از عبارت‌های زیر عبارت گویا نیستند؟

الف)  $\frac{\sqrt{x}}{x+1}$       ب)  $\frac{x^2-x+1}{y+\sqrt{3}}$       ج)  $3x^7$

یک عبارت گویا، نشان‌دهنده یک عدد است که با جایگذاری مقدارهایی برای متغیرهایش محاسبه می‌شود.

برای مثال، مقدار عبارت  $\frac{x}{x+1}$ ، به ازای ۴ x برابر است با  $\frac{4}{4+1} = \frac{4}{5}$  و مقدار این عبارت به ازای ۵ x

برابر است با  $\frac{-5}{-5+1} = \frac{5}{4}$ . به ازای ۱ x مخرج این عبارت گویا صفر می‌شود، بنابراین، این عبارت گویا به ازای ۱ x تعریف نشده است.

در چند جمله‌ای‌ها، چون از عمل تقسیم استفاده نمی‌شود، به ازای هر مقداری از متغیرهایش مقدار عددی چند جمله‌ای قابل محاسبه است. اما، در عبارت‌های گویا چون عمل تقسیم نیز وجود دارد، ممکن است به ازای برخی مقادیر برای متغیرهایش، مخرج عبارت صفر شود و در این حالات مقدار عبارت تعریف نشده است.

مثال: عبارت  $\frac{y^2 - y + x}{x^2 - 1}$  به ازای مقدارهای ۱ x و ۱ x تعریف نشده است (چرا؟)، ولی به ازای سایر

مقادیر تعریف شده است. مثلاً، به ازای ۰ x و ۳ y مقدار این عبارت برابر است با  $-\frac{6}{-1} = \frac{6}{1} = 6$ .

تمرین در کلاس



۱- الف) به ازای چه مقداری برای x مقدار عبارت  $\frac{x}{x+1}$  برابر ۸ می‌شود؟  
ب) آیا مقداری برای x می‌توان قرار داد که مقدار این عبارت برابر ۱ شود؟ چرا؟

ج) اگر  $\frac{x}{x+1}$  مساوی a باشد، x را بر حسب a حساب کنید.

۲- به ازای چه مقداری برای m دو عبارت  $\frac{4}{m+1}$  و  $\frac{2}{m-2}$  مقدار یکسانی خواهند داشت؟

## اعمال جبری روی عبارت های گویا

عبارت های گویا به صورت تقسیم دو چند جمله ای هستند، بنابراین همانند اعدادی هستند که از طریق تقسیم دو عدد بر هم به دست می آیند. پس می توان آن ها را با هم جمع و تفریق و ضرب و تقسیم کرد و حاصل این اعمال مجدداً یک عبارت گویا خواهد بود. قواعد محاسبه با عبارت های گویا، همان قواعد محاسبه با چند جمله ای ها و کسر ها است.



تمرین در کلاس

حاصل عبارت های زیر را بیابید.

$$۱) \frac{a}{b} \times \frac{b}{a}$$

$$۲) ۲ \times \frac{1}{x}$$

$$۳) ۱ + \frac{1}{b}$$

$$۴) \frac{1}{a} - \frac{1}{b}$$

$$۵) \frac{a}{b} + \frac{b}{a}$$

$$۶) ۱ \div \frac{a}{b}$$

$$۷) \frac{1}{y+1} + \frac{1}{y-1}$$

$$۸) \frac{x-1}{y} - \frac{y}{x+1}$$

$$۹) ۱ - \frac{x-y}{x+y}$$

مثال: مجموع و حاصل ضرب و تقسیم دو عبارت گویای  $\frac{x+1}{y-1}$  و  $\frac{x-1}{y+1}$  را به دست آورید.

$$\begin{aligned} \frac{x-1}{y+1} + \frac{x+1}{y-1} &= \frac{(x-1)(y-1) + (x+1)(y+1)}{(y+1)(y-1)} = \frac{xy - x - y + 1 + xy + x + y + 1}{y^2 - 1} \\ &= \frac{2(xy+1)}{y^2 - 1} \end{aligned}$$

$$\frac{x-1}{y+1} \times \frac{x+1}{y-1} = \frac{(x-1)(x+1)}{(y-1)(y+1)} = \frac{x^2 - 1}{y^2 - 1}$$

$$\begin{aligned} \frac{\frac{x-1}{y+1}}{\frac{x+1}{y-1}} &= \frac{x-1}{y+1} \div \frac{x+1}{y-1} = \frac{x-1}{y+1} \times \frac{y-1}{x+1} = \frac{(x-1)(y-1)}{(x+1)(y+1)} \end{aligned}$$



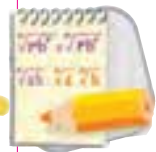
تمرین در کلاس

فرض کنید A و B عبارت های گویایی به صورت  $A = \frac{x}{x-1}$  و  $B = \frac{x^2}{x^2+1}$  باشند. در هر قسمت، عبارت گویای C را چنان تعیین کنید که تساوی برقرار شود.

$$\frac{A}{C} = B \quad (۳)$$

$$A \cdot C = B \quad (۲)$$

$$A \times B = C \quad (۱)$$



### مسائل

۱- اعمال جبری زیر را انجام دهید.

الف)  $\frac{a^2b}{c} \times \frac{c^2b}{a^2}$

ب)  $\frac{a}{2b} \times \frac{3b}{2a^2} \times \frac{4}{a}$

۲- هریک از عبارت‌های گویای زیر را به صورت مجموع یا تفاضل دو عبارت گویا بنویسید.

$$\frac{x+2}{y}, \quad \frac{x+1}{x^2+1}, \quad \frac{a-5}{b}, \quad \frac{2b-3}{b-3}$$

۳- عبارت گویایی بیابید که اگر با  $\frac{x+1}{x-1}$  جمع شود، حاصل آن برابر ۳ شود.

۴- نشان دهید قدرمطلق تفاضل معکوس دو عدد طبیعی متوالی برابر است با معکوس حاصل ضرب آن‌ها.

۵- اگر نسبت  $y$  به  $2x$  به  $y$  برابر  $\frac{2}{3}$  باشد، نسبت  $X$  به  $Y$  چقدر خواهد بود؟

۶- اگر  $3x + \frac{1}{2x} = 4$  باشد حاصل  $9x^2 + \frac{1}{4x^2}$  چیست؟

۷- اعمال جبری زیر را انجام دهید.

الف)  $\frac{1}{x} + \frac{1}{2x} + \frac{1}{3x}$

ب)  $\frac{c}{c+1} + \frac{2}{2c+2}$

ج)  $\frac{1}{b} + \frac{4}{3b}$

د)  $\frac{4}{3x^2y} - \frac{3}{2xy}$

ه)  $\frac{x+3}{5} \div \frac{x-3}{5x}$

و)  $\frac{a+b}{a} - \frac{a+b}{b}$

## ساده کردن عبارت های گویا



دو عبارت  $\frac{x^2+x}{x^2-x}$  و  $\frac{x+1}{x-1}$  را در نظر بگیرید.

۱- مقدار این دو عبارت را به ازای مقدارهای  $x=3$  و  $x=5$  و  $x=\frac{1}{3}$  حساب کنید و با هم مقایسه کنید.  
۲- به ازای مقدار دیگری برای  $x$  که به دلخواه خود در نظر می گیرید دو عبارت را حساب کنید. آیا این دو مقدار مساویند؟

۳- به نظر می رسد به ازای هر مقداری برای  $x$  که مخرج را صفر نمی کند، این دو عبارت مقدارهای یکسانی دارند. چگونه می توانید از عبارت اول، عبارت دوم را به دست آورید؟

۴- صورت و مخرج عبارت دوم را تجزیه کنید و با توجه به آن که هر کسر به صورت  $\frac{ac}{bc}$  با کسر  $\frac{a}{b}$  مساوی است، تساوی این دو عبارت را نتیجه بگیرید.

در کسرها، می توان صورت و مخرج آن کسر را در عدد مخالف صفری ضرب یا بر آن تقسیم کرد و با این عمل، مقدار کسر تغییر نخواهد کرد.

در عبارت های گویا نیز، چون به صورت کسر می باشند، در صورت وجود، عبارت مشترکی که به صورت ضرب در صورت و مخرج قرار دارد، را می توان از صورت و مخرج حذف کرد و عبارت گویای ساده تر دیگری به دست آورد که با عبارت قبلی مساوی است. این عمل را ساده کردن کسر می نامند.

مثال ۱: عبارت گویای  $\frac{ax+a}{x^2-1}$  را ساده کنید.

$$\frac{ax+a}{x^2-1} = \frac{a(x+1)}{(x-1)(x+1)} = \frac{a}{x-1}$$

مثال ۲: عبارت گویای  $\frac{x^3+3x^2}{x^2+3x}$  را ساده کنید.

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

مثال ۳: عبارت گویای  $\frac{x^2+3x+2}{x^2+x-2}$  را ساده کنید.

صورت و مخرج این عبارت را تجزیه می کنیم تا بتوان عامل مشترکی را در صورت و مخرج پیدا کرد.

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



عبارت‌های گویای زیر را تا آن جا که ممکن است ساده کنید.

ج)  $\frac{y^2 - 4y + 3}{y^2 + 2y - 3}$

ب)  $\frac{ax^3 + x^3a}{2a^2x + 2ax^2}$

الف)  $\frac{a^2 - 4}{a + 2}$

مسائل



۱- حاصل عبارت  $(\frac{1}{r} + \frac{1}{s}) \times \frac{s}{r+s}$  کدام یک از عبارت‌های زیر است؟

ج)  $\frac{1}{r}$

ب)  $\frac{1}{s}$

الف)  $\frac{s}{r}$

۲- اگر  $A = \frac{1-x^2}{1+x^2}$  و  $B = \frac{2x}{1+x^2}$  ثابت کنید  $A^2 - B^2 = 1$

۳- عبارت‌های گویای زیر را ساده کنید.

الف)  $\frac{2a^2x^3}{4ax^2}$

ج)  $\frac{x^2 - 8x + 7}{x^2 - 1}$

ب)  $\frac{3x^2 - 9x}{x^2 - 9}$

د)  $\frac{y^2z + y^3}{z^2y + z^3}$

۴- حاصل عبارت‌های زیر را ساده کنید.

ب)  $\frac{4x^2 - 25y^2}{2x^2y + 5xy^2} \div \frac{6x^2 - 15xy}{9x^2y^2}$

الف)  $\frac{x^2 - 1}{x^2 - x} \times \frac{4x^2}{x + 1}$

۵- عبارت گویایی بیابید که اگر در  $\frac{x^2 - y^2}{4x + y}$  ضرب شود، حاصل آن برابر  $xy$  شود.

۶- ساده شده عبارت  $\frac{x^2 - 4}{1 \cdot x} \times \frac{5x^2}{x^2 - 2x}$  کدام یک از عبارت‌های زیر است؟

الف)  $\frac{x+2}{2}$

ب)  $\frac{x+2}{2x}$

ج)  $x + 1$

۷- دانش‌آموزی در برگه امتحانی خود به صورت زیر نوشته است. اشتباهات او را توضیح دهید.

الف)  $\frac{x+3}{2x+5} + \frac{x+2}{2x+5} = \frac{2x+5}{2x+5} = 0$

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

ج)  $\frac{-4yx^2}{2^2y} = \frac{-4yx^2}{4y} = -x^2 = x^2$



## تقسیم چند جمله‌ای‌ها

در ساده کردن عبارت‌های گویا، حالت‌هایی پیش می‌آید که نتیجه ساده‌شدن یک چند جمله‌ای است. به عنوان مثال، می‌دانیم  $(x^2 - x + 1)(x^2 - x + 1) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 - 2x + 1$ ، بنابراین

$$\frac{x^4 + 1}{x + 1} = x^3 - x^2 + x + 1$$

در این مثال گوییم:  $x^3 - x^2 + x + 1$  بر  $x^2 - x + 1$  بخش‌پذیر است و حاصل تقسیم  $x^2 - x + 1$  بر  $x^3 - x^2 + x + 1$  برابر است با  $x^2 - x + 1$ . یک مسئله مهم در چند جمله‌ای‌ها آن است که اگر بدانیم یک چند جمله‌ای بر چند جمله‌ای دیگری بخش‌پذیر است، حاصل تقسیم این چند جمله‌ای‌ها را چگونه محاسبه می‌کنیم؟

## قاعده تقسیم دو چند جمله‌ای بر هم

### تقسیم یک جمله‌ای بر یک جمله‌ای

در تقسیم یک جمله‌ای‌ها بر هم از قاعده ساده کردن کسرها استفاده می‌شود. ابتدا ضرایب عددی یک جمله‌ای‌ها

را بر هم تقسیم می‌کنیم و سپس بقیه جملات را با استفاده از رابطه  $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$  ساده می‌کنیم. مثال: یک جمله‌ای  $7x^3$  را بر یک جمله‌ای  $14x^2$  تقسیم کنید.

$$\frac{7x^3}{14x^2} = \frac{7}{14} \times \frac{x^3}{x^2} = \frac{1}{2}x$$

مثال: یک جمله‌ای « $20x^4y^3z$ » را بر یک جمله‌ای  $5x^3y^2z$  تقسیم کنید.

$$\frac{-20x^4y^3z}{5x^3y^2z} = \frac{-20}{5} \times \frac{x^4}{x^3} \times \frac{y^3}{y^2} \times \frac{z}{z} = -4xy$$

### تقسیم چند جمله‌ای بر یک جمله‌ای

در تقسیم چند جمله‌ای‌ها بر یک جمله‌ای‌ها از درستی تساوی  $(\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c})$  استفاده می‌شود. هر چند جمله‌ای مجموعی از یک جمله‌ای‌ها است و در تقسیم چند جمله‌ای بر یک جمله‌ای، آن را به صورت جمع چند تقسیم یک جمله‌ای بر یک جمله‌ای می‌نویسیم و آن را ساده می‌کنیم. مثال: چند جمله‌ای  $4x^3y^2 + 6x^2y^3 - 12x^5y$  را بر یک جمله‌ای  $2xy$  تقسیم کنید.

$$\frac{4x^3y^2 + 6x^2y^3 - 12x^5y}{2xy} = \frac{4x^3y^2}{2xy} + \frac{6x^2y^3}{2xy} + \frac{-12x^5y}{2xy} = 2x^2y + 3xy^2 - 6x^4$$



تقسیم‌های زیر را انجام دهید.

$$۱) \frac{۱۴a^۲b}{۷ab}$$

$$۲) \frac{\sqrt{۶}x^۴y^۳z}{\sqrt{۲}x^۲z}$$

$$۳) \frac{۲xy^۲ - ۴x^۲yz}{۱۰xy}$$

$$۴) \frac{۱۵a^۳b^۵ - ۳۰a^۲b^۴ - ۲۵a^۳b^۳}{۲۵a^۲b^۳}$$

### تقسیم چندجمله‌ای بر چندجمله‌ای

در این قسمت فقط چندجمله‌ای‌های یک متغیره را در نظر می‌گیریم. به عنوان مثال تقسیم چندجمله‌ای  $۲x^۳ - x^۲ + x + ۴$  بر چندجمله‌ای  $x + ۱$  را بررسی می‌کنیم. در تقسیم  $۲x^۳ - x^۲ + x + ۴$  بر  $x + ۱$ ، اولی را مقسوم و دومی را مقسوم علیه و حاصل تقسیم را خارج قسمت می‌نامند. عمل تقسیم را در شکلی مانند زیر که همانند تقسیم اعداد طبیعی است نشان می‌دهند.

مقسوم	مقسوم علیه
	خارج قسمت

در یک عمل تقسیم، درجه مقسوم باید بزرگ‌تر یا مساوی درجه مقسوم علیه باشد.

مرحله اول: ابتدا مقسوم و مقسوم علیه را به شکل استاندارد (از بالاترین توان به کمترین توان متغیر) می‌نویسیم.

$$۲x^۳ - x^۲ + x + ۴ \quad \left| \begin{array}{l} x+1 \end{array} \right.$$

مرحله دوم: اولین جمله مقسوم را بر اولین جمله مقسوم علیه تقسیم می‌کنیم و حاصل را در محل خارج قسمت می‌نویسیم.

$$۲x^۳ - x^۲ + x + ۴ \quad \left| \begin{array}{l} x+1 \\ ۲x^۲ \end{array} \right.$$

مرحله سوم: خارج قسمت به دست آمده در مرحله قبل را در مقسوم علیه ضرب می‌کنیم و قرینه آن را زیر مقسوم می‌نویسیم و با مقسوم جمع می‌کنیم. این عمل، همان تفریق کردن حاصل ضرب خارج قسمت در مقسوم علیه، از مقسوم است.

$$\begin{array}{r} 2x^3 - x^2 + x + 4 \quad \left| \begin{array}{l} x+1 \\ 2x^2 \end{array} \right. \\ - 2x^3 - 2x^2 \\ \hline - 3x^2 + x + 4 \end{array}$$

مرحله چهارم: چند جمله‌ای به دست آمده جدید را مانند

یک مقسوم جدید می‌گیریم و مراحل دوم و

سوم را تکرار می‌کنیم.

$$\begin{array}{r} 2x^3 - x^2 + x + 4 \quad \left| \begin{array}{l} x+1 \\ 2x^2 - 3x \end{array} \right. \\ - 2x^3 - 2x^2 \\ \hline - 3x^2 + x + 4 \\ 3x^2 + 3x \\ \hline 4x + 4 \end{array}$$

مرحله پنجم: مرحله چهار را آن قدر تکرار می‌کنیم

تا در محل مقسوم‌های جدید یک چند جمله‌ای با درجه

کمتر از درجه مقسوم علیه به دست آید.

$$\begin{array}{r} 2x^3 - x^2 + x + 4 \quad \left| \begin{array}{l} x+1 \\ 2x^2 - 3x + 4 \end{array} \right. \\ - 2x^3 - 2x^2 \\ \hline - 3x^2 + x + 4 \\ 3x^2 + 3x \\ \hline 4x + 4 \\ - 4x - 4 \\ \hline 0 \end{array}$$

در این مرحله، اگر مقسوم بر مقسوم علیه بخش پذیر باشد، در محل مقسوم‌های جدید چند جمله‌ای صفر

به دست می‌آید. اما، اگر مقسوم بر مقسوم علیه بخش پذیر نباشد، با این عملیات، در محل مقسوم‌های جدید

یک چند جمله‌ای با درجه کمتر از درجه مقسوم علیه به دست می‌آید که آن را باقیمانده عمل تقسیم می‌نامند.

مثال: با تقسیم  $5x^3 + 4x^2 - x + 3$  بر چند جمله‌ای  $x^2 + 1$ ، خارج قسمت و باقیمانده را تعیین کنید. آیا چند جمله‌ای

$3x^3 + 4x^2 + 5x^2$  بر چند جمله‌ای  $x^2 + 1$  بخش پذیر است؟

$$\begin{array}{r} 5x^3 + 4x^2 - x + 3 \quad \left| \begin{array}{l} x^2 + 1 \\ 5x + 4 \end{array} \right. \\ - 5x^3 - 5x \\ \hline 4x^2 - 6x + 3 \\ - 4x^2 - 4 \\ \hline - 6x - 1 \end{array}$$

با توجه به آن که باقیمانده این تقسیم صفر نیست، مقسوم بر مقسوم علیه بخش پذیر نیست.

در هر عمل تقسیم، مقسوم برابر است با حاصل ضرب مقسوم علیه در خارج قسمت و جمع با باقیمانده. از این مطلب می توان برای بررسی درستی یک تقسیم استفاده کرد. اگر تساوی صفحه قبل برقرار شود می توان اطمینان داشت که تقسیم به درستی انجام شده است.

برای مثال، اگر تقسیم صفحه قبل به درستی انجام شده باشد، باید تساوی زیر برقرار باشد.

$$5x^3 - 4x^2 - x + 3 = (x^2 + 1)(5x + 4) - 6x - 1$$

تساوی بالا به معنای آن است که کسر  $\frac{5x^3 + 4x^2 - x + 3}{x^2 + 1}$  را می توانیم به صورت زیر بنویسیم.

$$\begin{aligned} \frac{5x^3 + 4x^2 - x + 3}{x^2 + 1} &= \frac{(x^2 + 1)(5x + 4) - 6x - 1}{x^2 + 1} = \frac{(x^2 + 1)(5x + 4)}{x^2 + 1} + \frac{-6x - 1}{x^2 + 1} \\ &= 5x + 4 - \frac{6x + 1}{x^2 + 1} \end{aligned}$$

مثال: با تقسیم چندجمله ای اولی بر چندجمله ای دومی، خارج قسمت و باقیمانده را تعیین کنید. آیا چندجمله ای  $27x^3 + 9x^2 + 3x$  بر چندجمله ای  $x^3 + 3x^2$  بخش پذیر است؟

$$\begin{array}{r} x^3 + 3x^2 + 9x + 27 \quad \left| \begin{array}{l} x + 3 \\ x^2 + 9 \end{array} \right. \\ \underline{-x^3 - 3x^2} \phantom{+ 9x + 27} \\ 9x + 27 \\ \underline{-9x - 27} \\ 0 \end{array}$$

از آن جا که باقیمانده صفر است، مقسوم بر مقسوم علیه بخش پذیر بوده است و داریم

$$\frac{x^3 + 3x^2 + 9x + 27}{x + 3} = x^2 + 9$$

تقسیم در کلاس



تقسیم های زیر را انجام دهید.

$$1) \quad 6x^5 + 3x^2 + 1 \quad \left| \begin{array}{l} x^2 + 1 \end{array} \right.$$

$$2) \quad x^3 + x^4 + 3 \quad \left| \begin{array}{l} 1 - 2x^2 \end{array} \right.$$



### مسائل

۱- تقسیم‌های زیر را انجام دهید.

الف)  $\frac{24x^2y^2}{4xy^2}$       ب)  $\frac{6x^3b^2 + 3x^2b}{3x^2b}$       ج)  $(x^2 - 2x^2 - x) \div (x^2 - x)$

۲- تقسیم  $7x^2 - 4x^2 + 2x$  بر  $2x$  را انجام دهید. خارج قسمت و باقیمانده را تعیین و درستی عمل تقسیم را بررسی کنید.

۳- در تقسیم  $\frac{x^3 + a}{x + 1}$  مقدار  $a$  چقدر باشد تا باقیمانده صفر شود؟

۴- ساده شده عبارت  $\frac{y^3 - y^2 - y + 1}{1 - y}$  برابر کدام یک از عبارت‌های زیر است؟

الف)  $y^2 - y + 1$       ب)  $y^2 - 1$       ج)  $y^2$

۵- اگر در تقسیم  $4x^3 - 3x^2 + x$  بر  $2x$  باقیمانده صفر شود  $m$  چیست؟

۶- خارج قسمت و باقیمانده هریک از تقسیم‌های زیر را به دست آورید.

الف)  $5x + 9x^3 - 4 \mid 3x + 2$       ب)  $8y^3 - 125 \mid 5 - 2y$

۷- مساحت یک مستطیل بر حسب  $a$ ، به صورت  $2a^3 - 4a$  و عرض آن برابر  $1$  می‌باشد. طول آن بر حسب  $a$  چیست؟

## عبارت های رادیکالی

عبارت های جبری را که در آن ها محاسبات ریشه گیری وجود دارد، عبارت های رادیکالی می نامند. به عنوان مثال، عبارت های زیر، عبارت های رادیکالی هستند.

$$\sqrt{1+x^2}, \sqrt{x^2+y^2}-xy^2, \frac{\sqrt{1+x}-\sqrt[3]{y}}{\sqrt[3]{x^3+x+4}}$$

تمرین در کلاس



۱- محیط و مساحت مثلث قائم الزاویه ای که طول وتر آن  $z$  و طول یک ضلع آن  $x$  است را به عنوان دو عبارت رادیکالی به دست آورید.

۲- اگر مربعی با مساحت  $z$  داشته باشیم و طول اضلاع آن را  $x$  واحد افزایش دهیم، مساحت مربع اولیه چقدر افزایش می یابد؟

عبارت های رادیکالی نیز نشان دهنده اعدادی هستند که برحسب مقدار متغیرهایشان تعیین می شوند. به همین خاطر عبارت های رادیکالی را می توان باهم جمع و تفریق و ضرب و تقسیم کرد یا به توان رسانید یا ریشه آن ها را محاسبه کرد. با استفاده از قواعد محاسباتی مربوط به جمع و تفریق، ضرب، تقسیم، توان رسانی و ریشه گیری می توان این محاسبات را انجام داد و نتیجه را تا آن جا که ممکن است ساده نمود.

در یک عبارت رادیکالی که به صورت تقسیم دو عبارت است، اگر در مخرج کسر عمل ریشه گیری وجود داشته باشد و با عملیات جبری، نمایی از آن کسر را به دست آوریم که در مخرج کسر فقط چند جمله ای وجود داشته باشد، این عمل را گویا کردن مخرج آن عبارت رادیکالی می نامند.

مثال: مخرج عبارت  $\frac{1}{2\sqrt{x}}$  را گویا کنید.

کافی است صورت و مخرج کسر را در  $\sqrt{x}$  ضرب کنیم تا مخرج کسر از حالت رادیکالی خارج شود.

$$\frac{1}{2\sqrt{x}} = \frac{1 \times \sqrt{x}}{2\sqrt{x} \times \sqrt{x}} = \frac{\sqrt{x}}{2x}$$

مثال : مخرج عبارت رادیکالی  $\frac{2}{\sqrt{a}-1}$  را گویا کنید.

صورت و مخرج این عبارت را در  $\sqrt{a}+1$  ضرب می کنیم. به این عبارت مزدوج  $\sqrt{a}-1$  می گویند.

$$\begin{aligned}\frac{2}{\sqrt{a}-1} &= \frac{2(\sqrt{a}+1)}{(\sqrt{a}-1)(\sqrt{a}+1)} = \frac{2(\sqrt{a}+1)}{(\sqrt{a})^2-1^2} \\ &= \frac{2(\sqrt{a}+1)}{a-1}\end{aligned}$$

مثال : مخرج عبارت رادیکالی  $\frac{1}{\sqrt{x}+2\sqrt{y}}$  را گویا کنید.

با استفاده از اتحاد مزدوج اگر مخرج این عبارت را در  $\sqrt{x}-2\sqrt{y}$  ضرب کنیم، مخرج از حالت رادیکالی خارج می شود، زیرا

$$\begin{aligned}(\sqrt{x}+2\sqrt{y}) \times (\sqrt{x}-2\sqrt{y}) &= (\sqrt{x})^2 - (2\sqrt{y})^2 = x - 4y \\ \text{بنابراین صورت و مخرج این عبارت را در } \sqrt{x}-2\sqrt{y} \text{ ضرب می کنیم.}\end{aligned}$$

$$\frac{1}{\sqrt{x}+2\sqrt{y}} = \frac{1 \times (\sqrt{x}-2\sqrt{y})}{(\sqrt{x}+2\sqrt{y}) \times (\sqrt{x}-2\sqrt{y})} = \frac{\sqrt{x}-2\sqrt{y}}{(\sqrt{x})^2 - (2\sqrt{y})^2} = \frac{\sqrt{x}-2\sqrt{y}}{x-4y}$$

مثال : حاصل عبارت  $1+\sqrt{x} + \frac{x}{1-\sqrt{x}}$  را حساب کنید و به ساده ترین صورت آن را بنویسید.

$$\begin{aligned}1+\sqrt{x} + \frac{x}{1-\sqrt{x}} &= \frac{(1+\sqrt{x})(1-\sqrt{x})+x}{1-\sqrt{x}} \\ &= \frac{1-(\sqrt{x})^2+x}{1-\sqrt{x}} = \frac{1-x+x}{1-\sqrt{x}} \\ &= \frac{1}{1-\sqrt{x}} = \frac{1 \times (1+\sqrt{x})}{(1-\sqrt{x})(1+\sqrt{x})} \\ &= \frac{1+\sqrt{x}}{1-x}\end{aligned}$$



۱- مخرج عبارت‌های رادیکالی زیر را گویا کنید.

ب)  $\frac{1}{\sqrt[3]{x^2}}$

الف)  $\frac{2\sqrt{x}}{3\sqrt{y}}$

د)  $\frac{\sqrt{a}-1}{\sqrt{a}+1}$

ج)  $\frac{1}{\sqrt[3]{a}}$

هـ)  $\frac{a-b}{\sqrt{a}-\sqrt{b}}$

۲- عبارت‌های زیر را ساده کنید.

ب)  $\frac{\sqrt{x}}{1+\sqrt{x}} + \frac{1-\sqrt{x}}{\sqrt{x}}$

الف)  $\frac{1}{\sqrt{a}+1} - \frac{1}{\sqrt{a}-1}$

ج)  $\frac{x-y}{\sqrt{x}-\sqrt{y}}$

۳- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف)  $(\sqrt{x+1}-\sqrt{x})(\sqrt{x+1}+\sqrt{x})$

ب)  $\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{y}} + \frac{\sqrt{y}}{\sqrt{x}}$



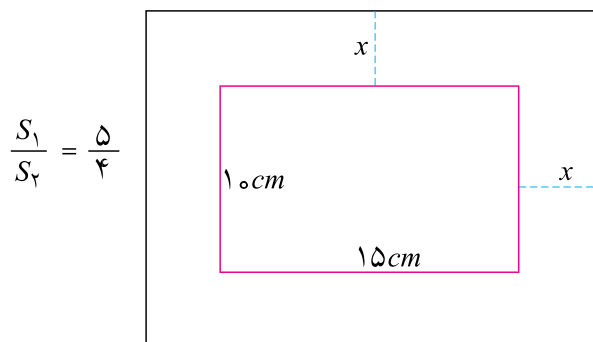
# معادلات درجه دوم و حل آن‌ها



معمولاً چتربازان پس از کمی سقوط آزاد، چتر خود را باز می‌کنند. فکر می‌کنید چه مدت طول می‌کشد که یک چتر باز ۲۰ متر سقوط آزاد کند؟

## معادلات درجه دوم

مریم می خواهد برای یکی از عکس های خانوادگی خود که ۱۵ سانتی متر طول و ۱۰ سانتی متر عرض دارد، یک قاب عکس تهیه کند. عکس باید از کناره های قاب فاصله های مساوی داشته باشد و می خواهیم نسبت مساحت قاب ( $S_1$ ) به مساحت عکس ( $S_2$ )  $\frac{5}{4}$  باشد. طول و عرض این قاب چقدر باید باشد؟



$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{4}$$

اگر عرض حاشیه ایجاد شده در قاب مورد نظر را  $x$  بنامیم، طول و عرض قاب ۲ و ۱۵ و  $2x$  و ۱۰ خواهد بود، پس  $(10 + 2x)(15 + 2x)$  و  $S_1$  و  $15 \times 10$  و  $S_2$  و باید داشته باشیم.

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{(15 + 2x)(10 + 2x)}{15 \times 10} = \frac{5}{4}$$

رابطه بالا یک معادله بر حسب  $x$  است و باید به دنبال مقداری برای  $x$  بگردیم تا تساوی بالا برقرار شود. آن مقداری از  $x$  که تساوی بالا را برقرار می کنند جواب های معادله بالا نامیده می شوند.

معادله هایی را که پس از ساده کردن، بالاترین درجه متغیر آن ۲ باشد معادله درجه دوم می نامند.

معادله مربوط به قاب عکس یک معادله درجه دوم است، زیرا پس از ساده کردن به صورت زیر درمی آید.

$$4x^2 + 70x + 75 = 0$$

مثال: یک نخ به طول یک متر در اختیار داریم و می خواهیم با آن یک مستطیل بسازیم که مساحت آن ۶۰۰ سانتی متر مربع باشد. طول و عرض این مستطیل چقدر باید باشد؟

اگر طول و عرض این مستطیل را بر حسب سانتی متر  $x$  و  $y$  بنامیم باید داشته باشیم  $xy = 600$  و  $2(x + y) = 200$ .

از معادله اول نتیجه می‌شود  $x = 50$  و با جایگذاری در معادله دوم داریم  $x(50 - x) = 600$ . این نیز یک معادله درجه دوم برحسب  $x$  است، زیرا پس از ساده کردن به شکل  $x^2 - 50x - 600 = 0$  در می‌آید. مثال: اعدادی بیابید که مربع آن‌ها ۱۲ واحد بیشتر از خودشان باشد. اگر چنین عددی را  $x$  بنامیم، باید داشته باشیم  $x^2 - 12x = 0$ . این یک معادله درجه دوم برحسب  $x$  است و جواب‌های این معادله همان اعداد موردنظر هستند.

آیا هر معادله درجه ۲ جواب دارد؟ به عنوان مثال، آیا عددی هست که جمع مربع آن با ۱ صفر شود؟ اگر چنین عددی وجود داشته باشد، جواب معادله  $x^2 - 1 = 0$  خواهد بود. اما مربع هر عددی نامنفی است و اگر با ۱ جمع شود صفر نخواهد شد. پس این معادله جواب ندارد.

در مثال قبل اعدادی وجود دارند که مربع آن‌ها ۱۲ واحد بیشتر از خودشان باشند. ۴ یکی از این اعداد است زیرا  $12 = 4^2$  در این مثال، جواب دیگری هم وجود دارد. (۳) نیز جواب این مسئله است،  $12 = 3^2$ .

## خوارزمی

ابو عبدالله محمد بن موسی خوارزمی متولد قبل از ۱۶۵ هـ. ق. ریاضی‌دان، منجم و مورخ و جغرافی‌دان ایرانی و یکی از زبردست‌ترین دانشمندان مسلمان و بزرگ‌ترین عالم عصر خود بود، به گونه‌ای که سده نهم میلادی را عصر خوارزمی می‌نامیدند. از جمله معروف‌ترین کتاب‌های او کتاب الجبر و المقابله بوده است که تا قرن ۱۶ میلادی مبنای مطالعات علمی ریاضی‌دانان اروپایی بوده است. خوارزمی در این کتاب به جای مجهول درجه اول (یعنی  $x$ ) از کلمه شیء به مفهوم چیز نامعلوم استفاده می‌کند. هنگامی که اروپائیان کتاب‌های مسلمانان را به زبان خود ترجمه می‌کردند، کلمه عربی «شیء» را هم با اندکی تحریف با تلفظ  $xei$  به همین شکل برگزیدند و پس از آن که نوشتن معادلات به صورت نمادگذاری معمول شد اروپائیان « $x$ » را که حرف اول آن واژه است به جای مجهول درجه اول اختیار کردند. او نخستین کسی است که علم جبر را به طور مستقل جبر و مقابله نامید. او روش تازه حساب را که به الگوریتم شهرت داشت در کتاب الجمع والتفریق حساب الهند آورده است. او همه انواع معادلات را به چند نوع استاندارد تبدیل و به کمک چند قاعده به حل آن‌ها می‌پردازد. از خوارزمی کتاب‌های دیگری نظیر کتاب الحساب و صورة الارض وجود دارد. او در سال ۲۳۳ هـ. درگذشت.

## روش های حل معادلات درجه دوم

برای حل معادلات درجه دوم روش های متعددی وجود دارد که در این بخش برخی از آن ها را توضیح خواهیم داد.

### روش آزمون و خطا

ساده ترین روش حل معادله های درجه دوم، روش آزمون و خطا است که یک جواب تقریبی به دست می دهد و در مورد معادلات پیچیده تر نیز می توان آن را به کار برد.

فعالیت



می خواهیم معادله  $x^2 - 12x + 34 = 0$  را حل کنیم.

۱- جدول زیر را کامل کنید.

$x$	۰	۱	۲
$x^2 - 12x + 34$			

۲- آیا با اضافه شدن مقادیر  $x$ ، مقداری که برای  $x^2 - 12x + 34$  یافته اید در حال نزدیک شدن به صفر است؟

۳- مقادیر  $x$  در سطر اول را ادامه دهید تا جایی که مقادیر سطر دوم هم چنان به صفر نزدیک شوند و در جایی منفی شوند.

۴- مقدار  $x^2 - 12x + 34$  به ازای  $x = 4$ ، مثبت و به ازای  $x = 5$ ، منفی است. ثابت می شود که در چنین حالتی یک جواب معادله بین ۴ و ۵ است. برای یافتن دقیق تر جواب جدول زیر را کامل کنید.

$x$	۴	۴/۳	۴/۵	۴/۸	۵
$x^2 - 12x + 34$					

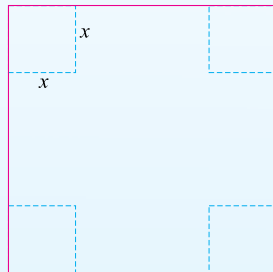
۵- با استفاده از جدول، مقداری برای  $x$  بیابید که جواب معادله بین آن ها باشد.

۶- روش بالا را تکرار کنید و در فاصله های کوچکتر به دنبال جواب بگردید. جواب این معادله را با دقت یک رقم اعشار تعیین کنید.

البته، یک معادله درجه دوم ممکن است دو جواب داشته باشد و با روش بالا فقط یکی از جواب‌ها به طور تقریبی محاسبه می‌شود. برای به دست آوردن جواب دیگر باید حدسی در مورد مقدار آن جواب داشته باشیم. با تکرار روش بالا و مقداردهی مناسب به متغیر، می‌توانیم به آن جواب برسیم.



### تمرین در کلاس



در یک مغازه شیرینی فروشی، با مقواهای مربعی به طول  $50^\circ$  سانتی متر و بریدن گوشه‌های آن به صورت مربع و تا کردن کناره‌های آن، جعبه می‌سازند. از گوشه‌های مربع بزرگ، چه مربع‌هایی را ببریم تا حجم جعبه ساخته شده،  $7000$  سانتی متر مکعب شود.

۱- طول ضلع مربع‌هایی که باید بریده شوند را  $x$  بنامید و حجم جعبه ساخته شده را بر حسب  $x$  بنویسید.

۲- معادله‌ای تشکیل دهید که با حل آن، جواب مسئله به دست آید.

۳- این معادله، یک معادله درجه دوم نیست، ولی با روش آزمون و خطا، یک جواب تقریبی با دقت یک رقم اعشار برای آن پیدا کنید.



### مسائل

۱- با دقت دو رقم اعشار و با استفاده از روش آزمون و خطا، یکی از دو جواب معادله  $x^2 - 2x - 1 = 0$  را حساب کنید.

۲- حل تقریبی معادله  $x^2 - 2 = 0$  به معنی محاسبه تقریبی  $\sqrt{2}$  است. با استفاده از روش آزمون و خطا،  $\sqrt{2}$  را با دقت دو رقم اعشار حساب کنید.

### روش هندسی

معادله  $x^2 - 6x + 7 = 0$  را در نظر بگیرید. این معادله را به صورت  $x^2 - 6x = -7$  می‌نویسیم. می‌توانیم بگوییم جواب این معادله آن مقداری از  $x$  است، که به ازای آن مقدار دو چند جمله‌ای  $x^2 - 6x$  با هم برابر شوند. همانند روش آزمون و خطا می‌توان عمل کرد و با حدس مقادیر مختلف برای  $x$ ، مقادیر  $x^2$  و  $6x$  را محاسبه می‌کنیم و با انتخاب‌های مناسب برای  $x$ ، کاری می‌کنیم که مقدار این دو چند جمله‌ای به هم نزدیک شوند.



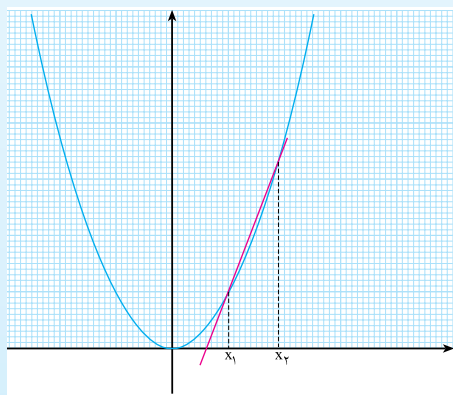
می‌خواهیم معادله  $x^2 - 2x - 1 = 0$  را حل کنیم.

۱- جدول زیر را کامل کنید.

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

۲- اعداد قرار گرفته در این جدول را می‌توان به صورت نمودار دو معادله  $y = x^2$  و  $y = 2x - 1$  در صفحه نمایش داد. جاهایی که مقدار این دو چندجمله‌ای مساوی می‌شوند، چه نقطه‌هایی از این دو نمودار را نشان می‌دهند؟

۳- در جدول به ازای هیچ مقداری از  $x$  دو چند جمله‌ای  $x^2$  و  $2x - 1$  مساوی نشده‌اند. با رسم نمودارهای معادلات  $y = x^2$  و  $y = 2x - 1$  و یافتن محل‌های تقاطع این دو نمودار و اندازه‌گیری طول نقطه‌های تقاطع، به‌طور تقریبی جواب‌های معادله  $x^2 - 2x - 1 = 0$  را به دست آورید.



مثال ۱: برای حل یک معادله درجه دوم مانند

$$x^2 - 14x + 9 = 0, \text{ می‌توانیم آن را به صورت}$$

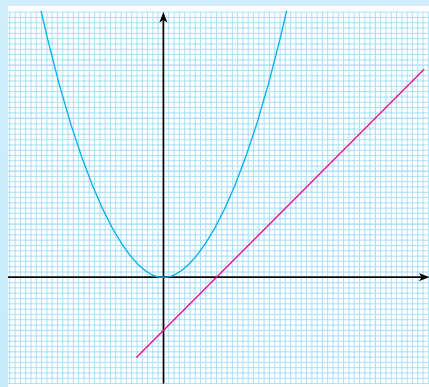
$$x^2 = \frac{14}{5}x - \frac{9}{5} \text{ بنویسیم. اگر نمودارهای معادله}$$

$$y = x^2 \text{ و } y = \frac{14}{5}x - \frac{9}{5} \text{ را رسم کنیم، محل‌های}$$

برخورد این دو نمودار جاهایی را نشان می‌دهد که به

ازای مقدارهایی از  $x$  مقدارهای  $x^2$  و  $\frac{14}{5}x - \frac{9}{5}$  مساوی شده‌اند. این مقدارهای  $x$  همان طول نقاط تقاطع

نمودارها هستند و جواب معادله می‌باشند.



مثال ۲: وضعیت جواب‌های معادله  $x^2 - x - 1 = 0$  را با

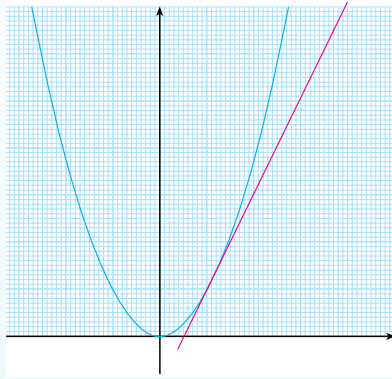
روش هندسی تعیین کنید.

این معادله را به صورت  $x^2 - x = 1$  می‌نویسیم. اگر نمودار

معادله  $y = x^2$  و خط  $y = x - 1$  را رسم کنیم، دیده می‌شود

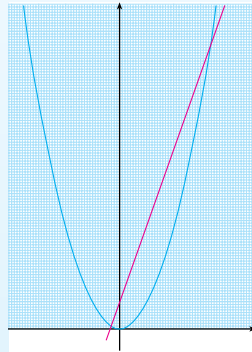
که این نمودارها همدیگر را قطع نمی‌کنند. پس این معادله

جواب ندارد.



مثال ۳: وضعیت جواب‌های معادله  $x^2 - 2x + 1 = x^2$  را با روش هندسی تعیین کنید.

این معادله را به صورت  $x^2 - 2x + 1$  می‌نویسیم. اگر نمودار معادله  $x^2$  و خط  $y = x^2 - 2x + 1$  را رسم کنیم، دیده می‌شود که این نمودارها حالت مماس برهم دارند. حدس می‌زنیم معادله فقط یک جواب دارد. با محاسبات جبری باید درستی حدس خود را بیازماییم.

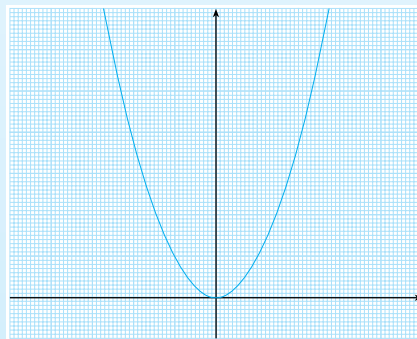


مثال ۴: وضعیت جواب‌های معادله  $x^2 - 3x + 1 = x^2$  را با روش هندسی تعیین کنید.

این معادله را به صورت  $x^2 - 3x + 1$  می‌نویسیم. اگر نمودار معادله  $x^2$  و خط  $y = x^2 - 3x + 1$  را رسم کنیم، دیده می‌شود که این نمودارها همدیگر را در دو نقطه قطع می‌کنند. پس این معادله دو جواب دارد.



تعیین در کلاس

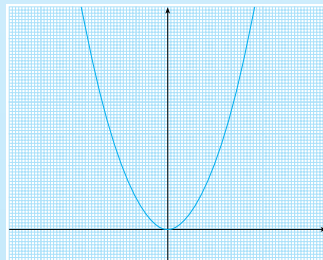


۱- نمودارهای خط‌های  $y = 2x + 1$  و  $y = 2x$  را رسم کنید و محل تقاطع آن‌ها را با نمودار  $x^2$  تعیین کنید.

۲- از میان معادلات  $x^2 - 2x + 2 = 0$  و  $x^2 - 2x + 1 = 0$  تعیین کنید کدام یک جواب دارند و چند جواب دارند.



مسائل



۱- با رسم نمودار نشان دهید معادله  $x^2 - 4 = 0$  جواب ندارد.  
 ۲- معادلات زیر را با روش رسم نمودار حل کنید و جواب‌های آن را به طور تقریبی به دست آورید.  
 الف)  $x^2 - x + 1 = 0$       ب)  $x^2 - 4x + 3 = 0$   
 ج)  $4x^2 - 8x = 0$



در مواردی، معادله درجه دوم به صورت ضرب دو چندجمله‌ای درجه ۱ مساوی صفر است. به عنوان مثال معادله  $(2x - 3)(x - 1) = 0$  را در نظر بگیرید. حل این گونه معادلات بسیار ساده است، زیرا طبق یکی از خواص اساسی اعداد،

**برای آن که ضرب دو عدد صفر شود باید حداقل یکی از آن دو عدد صفر باشد.**

بنابراین  $(2x - 3)(x - 1) = 0$  فقط در حالتی صفر است که  $x - 1 = 0$  یا  $2x - 3 = 0$  صفر شوند. پس، جواب‌های دو معادله  $x - 1 = 0$  و  $2x - 3 = 0$ ، همان جواب‌های معادله  $(2x - 3)(x - 1) = 0$  است.

یک معادله درجه دوم به صورت تساوی یک چندجمله‌ای درجه دوم با صفر است. اگر بتوانیم این چندجمله‌ای را تجزیه کنیم، می‌توانیم به روش بالا آن را حل کنیم. این روش حل را روش تجزیه می‌نامند. مثال ۱: معادله  $x^2 - 5x = 0$  را حل کنید.

این معادله را به صورت  $x(x - 5) = 0$  می‌نویسیم. در نتیجه جواب‌های آن  $x = 0$  و  $x = 5$  خواهند بود.

مثال ۲: معادله  $x^2 - 5x - 6 = 0$  را حل کنید.

چندجمله‌ای  $x^2 - 5x - 6$  را تجزیه می‌کنیم.  $(x - 3)(x + 2) = x^2 - 5x - 6$ ، در نتیجه جواب‌های این معادله  $x = 3$  و  $x = -2$  خواهند بود.

مثال ۳: معادله  $2x^2 - 5x - 3 = 0$  را حل کنید.

می‌توان چندجمله‌ای  $2x^2 - 5x - 3$  را تجزیه کرد. این چندجمله‌ای را در فصل ۴ با روش‌های معمول تجزیه کرده‌ایم.

$$(2x - 3)(x + 1) = 2x^2 - 5x - 3$$

بنابراین، معادله اصلی را می‌توانیم به صورت  $(2x - 3)(x + 1) = 0$  بنویسیم. در نتیجه جواب‌های این معادله  $x = -\frac{1}{2}$  و  $x = 3$  خواهند بود.

اگر بتوانیم چندجمله‌ای مربوط به یک معادله درجه دوم را تجزیه کنیم به دو معادله درجه اول می‌رسیم که جواب دارند. بنابراین آن دسته از معادلات درجه دوم که جواب ندارند، چندجمله‌ای آن‌ها قابل تجزیه نخواهد بود. آخرین مثال نشان می‌دهد که کاربرد روش تجزیه بسیار محدود است، زیرا عمل تجزیه در بسیاری موارد کار آسانی نیست.

### مسائل

۱- معادلات زیر را با روش تجزیه حل کنید.

الف)  $x^2 - 7x + 6 = 0$       ب)  $(x - 1)(x - 1) = 0$       ج)  $4x^2 - 3x - 2 = 0$





خوارزمی برای حل معادلات درجه دوم شش حالت خاص را بررسی کرده است. از میان این حالت ها فقط یکی از آن ها را توضیح خواهیم داد.

معادله  $x^2 + 6x + 4 = 0$  را در نظر بگیرید. در روش خوارزمی جمله های دارای مجهول را در یک طرف تساوی نگه می داریم و عدد ثابت را به طرف دیگر می بریم. بنابراین،

این معادله را به صورت  $x^2 + 6x + 4 = 0$  می نویسیم. نصف ضریب

$x$  را حساب می کنیم که در اینجا عدد ۳ است. مساحت مربعی با

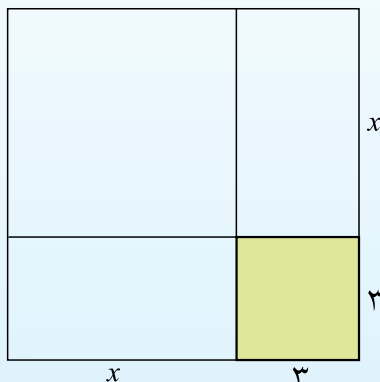
ضلع ۳ را می توان حساب کرد.

در شکل روبه رو مساحت مربع رنگی برابر  $3 \times 3$  است و بقیه

مربع، مساحت  $x^2 + 6x$  دارد که آن هم برابر ۴۰ است. پس کل

مربع بزرگ، مساحت ۴۹ دارد. پس، طول ضلع مربع

بزرگ برابر  $\sqrt{49} = 7$  است، یعنی  $7 = 3 + x$ . در نتیجه  $x = 4$ .



تمرین در کلاس

معادله  $x^2 + 2x + 4 = 0$  را با روش خوارزمی حل کنید.

همه معادلات درجه دوم را نمی توان با این روش حل کرد، زیرا این روش نیازمند یک تعبیر هندسی از معادله است و برخی معادلات را نمی توان با این روش تعبیر هندسی کرد. علاوه بر این، با این تعبیر هندسی، فقط یکی از جواب های معادلات درجه دوم به دست می آید. خوارزمی برای حل معادلات درجه دوم در حالت های دیگر روش های دیگری را ساخته است.



مسائل

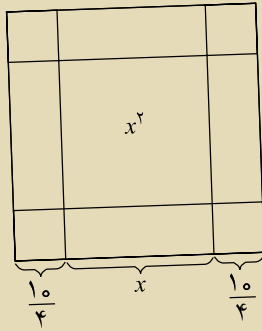
۱- معادلات زیر را با روش خوارزمی حل کنید.

الف)  $x^2 + 4x + 5 = 0$

ب)  $4x^2 + 4x + 3 = 0$

ریاضی دانان مسلمان به جای  $x^2$ ، لفظ «مکعب»، به جای  $x^3$  لفظ «مال»، به جای  $x$ ، لفظ «ریشه»، «شیء»، «ضلع» یا «جذر» و به جای مقدار عددی لفظ «درهم» یا «عدد» را به کار می بردند. خیام و خوارزمی روش مشابهی را برای اثبات جواب معادله «مالی و ده جذر معادل سی و نه درهم» به کار برده اند.

این معادله را با زبان امروزی بنویسید.  
آیا می توانید از روی شکل اثبات را تکمیل کنید؟



### روش مربع کامل

در این روش با استفاده از جملات شامل متغیر یک مربع کامل می نویسیم و سپس با تغییرات مناسب معادله را حل می کنیم.

مثال ۱: معادله  $x^2 + 20x + 300 = 0$  را حل کنید.

نصف ضریب  $x$  عدد ۱۰ است و چندجمله ای  $(x + 10)^2$  را در نظر می گیریم. این چندجمله ای رابطه مشخصی با چندجمله ای  $x^2 + 20x$  دارد.

$$(x + 10)^2 = (x^2 + 20x) + 100$$

با توجه به تساوی بالا می توانیم معادله اصلی را به صورت  $(x + 10)^2 = 300 - 100 = 200$  بنویسیم که پس از ساده سازی به صورت  $(x + 10)^2 = 200$  درمی آید. در نتیجه  $x + 10$  برابر ریشه های دوم ۲۰۰ است، یعنی

$$x + 10 = \pm\sqrt{200}$$

جواب های این معادله عبارتند از:  $x = 10 + \sqrt{200}$  و  $x = 10 - \sqrt{200}$ .

در روش به کار گرفته شده در مثال فوق، چندجمله  $x^2 + 20x$  را بر حسب  $(x + 10)^2$  نوشتیم، بنابراین روش را روش مربع کامل می نامند.

مثال ۲: معادله  $x^2 + 2bx + 15b^2 = 0$  را حل کنید.

در این جا، نصف ضریب  $x$  برابر  $b$  است و چندجمله ای  $x^2 + 2bx$  را بر حسب  $(x + b)^2$  می نویسیم.

$$(x + b)^2 = (x^2 + 2bx) + b^2$$

پس، معادله اصلی به صورت  $15 - b^2 = (x - b)^2$  نوشته می‌شود. پس:

$$(x - b)^2 = 15 - b^2$$

$$x - b = \pm \sqrt{b^2 - 15}$$

$$x = b + \sqrt{b^2 - 15} \quad \text{و} \quad x = b - \sqrt{b^2 - 15}$$

این محاسبه وقتی قابل قبول است که  $15 - b^2$  عددی نامنفی باشد تا ریشه‌گیری از آن امکان‌پذیر باشد. پس شرط داشتن جواب در این معادله، نامنفی بودن  $15 - b^2$  است.

مثال ۳: معادله  $3x^2 - 2x - c = 0$  را حل کنید.

ابتدا کاری می‌کنیم که ضریب  $x^2$  برابر ۱ شود. طرفین معادله را بر ۳ تقسیم می‌کنیم و معادله  $x^2 - \frac{2}{3}x + \frac{c}{3} = 0$  را به دست می‌آوریم. حال روش قبلی را تکرار می‌کنیم.

در این جا، نصف ضریب  $x$  برابر  $(-\frac{1}{3})$  است و چندجمله‌ای  $x^2 - \frac{2}{3}x$  را بر حسب  $(x - \frac{1}{3})^2$  می‌نویسیم.

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

پس، معادله اصلی به صورت  $0 = (x - \frac{1}{3})^2 - \frac{1}{9} + \frac{c}{3}$  نوشته می‌شود. در نتیجه  $\frac{c}{3} - \frac{1}{9} = (x - \frac{1}{3})^2$ .

$$(x - \frac{1}{3})^2 = \frac{1}{9} - \frac{c}{3} = \frac{1 - 3c}{9}$$

$$x - \frac{1}{3} = \pm \sqrt{\frac{1 - 3c}{9}} = \pm \frac{\sqrt{1 - 3c}}{3}$$

$$x = \frac{1}{3} + \frac{\sqrt{1 - 3c}}{3} \quad \text{و} \quad x = \frac{1}{3} - \frac{\sqrt{1 - 3c}}{3}$$

این محاسبه وقتی قابل قبول است که  $1 - 3c$  عددی نامنفی باشد تا ریشه‌گیری از آن امکان‌پذیر باشد. پس شرط داشتن جواب در این معادله، نامنفی بودن  $1 - 3c$  است.

### فرمول کلی جواب‌های معادلات درجه دوم

در فعالیت صفحه بعد، روش مربع کامل را روی یک معادله درجه دوم دلخواه پیاده می‌کنیم تا تشخیص دهیم تحت چه شرایطی یک معادله درجه دوم جواب دارد و در صورت وجود جواب، فرمولی برای جواب‌های معادله درجه دوم بیابیم.



یک معادله درجه دوم دلخواه به شکل  $ax^2 + bx + c = 0$  که در آن  $a$  و  $b$  و  $c$  اعداد معینی هستند و  $a$  ناصفر است.

۱- طرفین معادله بالا را بر عدد ناصفر  $a$  تقسیم کنید و معادله درجه دومی بنویسید که ضریب  $x^2$  برابر ۱ باشد. نشان دهید جواب‌های این معادله جدید همان جواب‌های معادله اصلی است.

۲- نصف ضریب  $x$  در معادله جدید برابر  $\frac{b}{2a}$  است. چندجمله‌ای  $(x + \frac{b}{2a})^2$  را با چندجمله‌ای معادله جدید مقایسه کنید.

۳- معادله جدید را بر حسب  $(x + \frac{b}{2a})^2$  بنویسید و نتیجه بگیرید  $(x + \frac{b}{2a})^2 = \frac{b^2 - 4ac}{4a^2}$ .

۴- تحت چه شرایطی تساوی بالا امکان‌پذیر است؟ تحت چه شرایطی معادله درجه دوم  $ax^2 + bx + c = 0$  جواب دارد؟

۵- نشان دهید که اگر  $b^2 - 4ac$  مثبت باشد، طرف دوم معادله جذر دارد و جواب‌های معادله اصلی برابر

$$\text{جواب‌های دو معادله } x + \frac{b}{2a} = \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ و } x + \frac{b}{2a} = -\frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ است.}$$

۶- نتیجه بگیرید، معادله درجه دوم  $ax^2 + bx + c = 0$  در صورت داشتن جواب، دارای جواب‌های زیر است.

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

خوارزمی نیز تمام عملیات گفته شده این بخش را برای حل یک معادله درجه دوم انجام داده بود ولی در محاسبه جواب‌ها فقط از ریشه مثبت عبارت  $b^2 - 4ac$  استفاده نموده است، بنابراین مناسب است که این فرمول‌ها را فرمول‌های خوارزمی برای معادلات درجه دوم بنامیم.

در هر معادله درجه ۲ به صورت  $ax^2 + bx + c = 0$ ، عبارت  $b^2 - 4ac$  را با  $\Delta$  نشان می‌دهند. شرط وجود جواب برای یک معادله درجه دوم آن است که  $\Delta \geq 0$  یا  $\Delta > 0$ .

اگر  $\Delta < 0$ ، معادله دو جواب دارد که عبارتند از:

$$x = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

اگر  $\Delta$  معادله فقط دارای یک جواب  $x = -\frac{b}{2a}$  است.  
اگر  $\Delta < 0$  معادله جواب ندارد.

مثال ۱: جواب‌های معادله  $x^2 - 3x + 1 = 0$  را در صورت وجود پیدا کنید.  
در این معادله داریم  $5 = 1 \times 1 - 4 \times 1 \times 1 = (3)^2 - \Delta$ . چون  $\Delta > 0$ ، این معادله دارای دو جواب زیر است.

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

مثال ۲: جواب‌های معادله  $x^2 - 12x + 4 = 0$  را در صورت وجود پیدا کنید.  
در این معادله داریم  $144 = 4 \times 4 - 4 \times 9 \times 4 = (12)^2 - \Delta$ . چون  $\Delta = 0$ ، این معادله دارای یک جواب  $x = -\frac{-12}{18} = \frac{2}{3}$  است.

مثال ۳: جواب‌های معادله  $x^2 - 2x + 1 = 0$  را در صورت وجود پیدا کنید.  
در این معادله داریم  $0 = 1 - 4 \times 1 \times 1 = 2^2 - \Delta$ . چون  $\Delta = 0$ ، این معادله جواب ندارد.



### تمرین در کلاس

معادله مربوط به قاب عکس را که در ابتدای این فصل به دست آمد، حل کنید و جواب‌های آن را تفسیر کنید.



### مسائل

۱- با روش مربع کامل معادلات زیر را حل کنید.

(الف)  $x^2 - 3x + 1 = 0$  (ب)  $x^2 - 2x + 1 = 0$

۲- کدام یک از معادلات زیر فقط یک جواب دارند؟ جواب آن را بیابید.

(الف)  $x^2 - 4x + 7 = 0$  (ب)  $x^2 - 9x + 6 = 0$

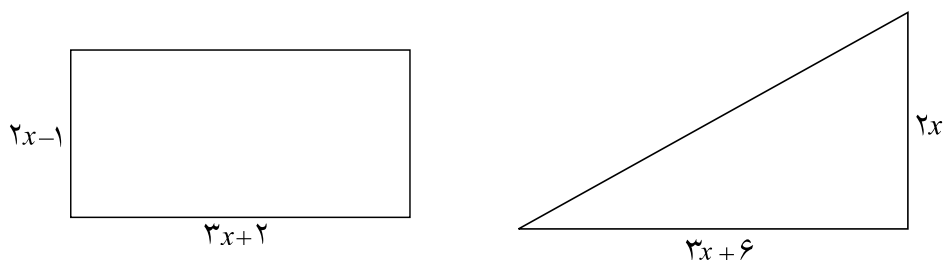
۳- با استفاده از فرمول کلی جواب‌های معادلات درجه دوم، معادلات زیر را حل کنید.

(الف)  $x^2 - 2x + 3 = 0$  (ب)  $x^2 - 8x + 7 = 0$

۴- اگر یکی از جواب‌های معادله  $ax^2 + 4x + 2 = 0$  برابر ۴ باشد، جواب دیگر این معادله چیست؟

۵- اگر طول مستطیلی دو برابر عرض آن باشد و مساحت آن ۲۰۰ سانتی متر مربع باشد، طول و عرض این مستطیل چقدر است؟ این مسئله چند جواب دارد؟

۶- در زیر مساحت مثلث و مستطیل رسم شده مساوی هستند، طول و عرض این مستطیل چقدر است؟ مسئله چند جواب دارد؟



۷- اگر  $a$  عددی مثبت باشد و طول اضلاع یک مثلث قائم الزاویه برابر  $2a$  و  $1$  و  $2a$  و  $2$  شده باشد، کدام عدد طول وتر خواهد بود؟ طول اضلاع این مثلث را بیابید.



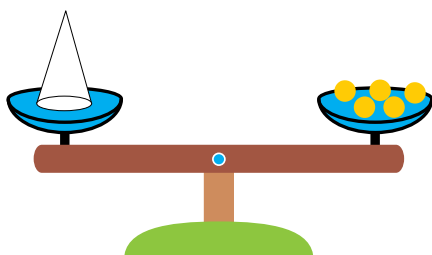
# نامعادلات درجه اول

۹

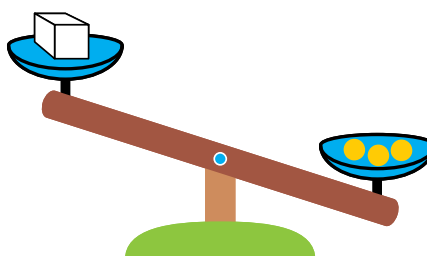


اگر گلوله‌ای را به نخ آویزان کنیم، معمولاً نخ گلوله را نگه می‌دارد. اما با افزایش وزن گلوله، جایی می‌رسد که نخ پاره می‌شود. این مقدار وزن مربوط به چگونگی نخ است. با دانستن قدرت تحمل نخ می‌توانید آن مقادیری از وزن گلوله‌ها را که نخ تحمل می‌کند بنویسید.

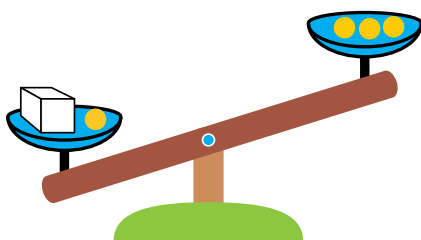
حسن آقا یک خواربارفروشی دارد. او برای به دست آوردن وزن اجناس از یک ترازوی دوکفه‌ای به شکل زیر استفاده می‌کند.



اما، معمولاً وزن اجسام، با استفاده از وزنه‌هایی که حسن آقا در اختیار دارد به طور دقیق قابل تعیین نیستند و با هر گونه وزنه گذاری روی کفه‌های ترازو، هر دفعه یک طرف سنگین تر می‌شود. روزی او برای تعیین وزن بسته‌ای، حدس زد این بسته حدوداً ۳ کیلوگرم وزن دارد و سه وزنه یک کیلوگرمی در یک کفه قرار داد و بسته را در کفه دیگر قرار داد. کفه ترازو در طرف وزنه‌ها، پایین آمد و حسن آقا نتیجه گرفت بسته سبک تر است و وزن بسته کمتر از ۳ کیلوگرم است.

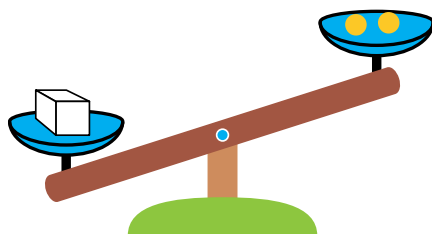


اگر وزن بسته را  $x$  بنامیم، بیان ریاضی وضعیت ترازو در شکل بالا به صورت  $x < 3$  است. در مرحله دوم حسن آقا یک وزنه یک کیلوگرمی در کفه مربوط به بسته قرار داد، و با این عمل، کفه مربوط به بسته پایین رفت.





بیان ریاضی این وضعیت ترازو به صورت  $x < 3$  است. اگر از طرفین این ترازو یک وزنه یک کیلوگرمی برداریم، وضعیت ترازو تغییر نمی کند و نتیجه می شود  $x < 2$ .



این عمل به معنای آن است که از طرفین نامساوی  $x < 3$  عدد ۱ را کم کرده ایم و نامساوی به همان شکل برقرار مانده است.

وضعیت ترازو به هر شکلی که باشد، اگر از طرفین ترازو وزن یکسانی را برداریم یا اضافه کنیم، وضعیت ترازو تغییر نمی کند. بیان ریاضی این مطلب به صورت زیر است.

اگر  $a < b$ ، آن گاه  $c < b$   $a < c$ .

اگر  $a < b$ ، آن گاه  $c < b$   $a < c$ .

### نامساوی کوچکتر یا مساوی

یک روز، معلم از ناهید خواست فهرست نام همکلاسی های خود را که با او هم قد هستند یا از او کوتاهتر هستند، تهیه کند. پس از این کار، معلم از ناهید خواست، مجموعه این شاگردان را به زبان ریاضی بنویسد. ناهید پس از کمی فکر گفت: اگر مجموعه همه دانش آموزان کلاس را با  $M$  نشان دهیم، چون قد من ۱۴۷ سانتی متر است این مجموعه را به شکل زیر می توان نوشت.

$$\{x \in M \mid (x \text{ قد}) < 147\}$$

معلم از دانش آموزان کلاس پرسید: آیا این مجموعه، همه همکلاسی های ناهید که با او هم قد هستند یا از او کوتاهتر هستند را نشان می دهد؟

زهره گفت: خود ناهید در این مجموعه نیست چون قد او ۱۴۷ سانتی متر است و هیچ عددی از خودش کمتر نیست.

ناهید گفت: درست است. کسانی که با من هم قد هستند در این مجموعه نیستند. تعریف را باید اصلاح کنیم.

بهرتر است این مجموعه را به صورت زیر بنویسیم.

$$\{x \in M \mid (x \text{ قد} < ۱۴۷ \text{ یا } x \text{ قد} > ۱۴۷)\}$$

معلم گفت: اکنون تعریف ناهید از این مجموعه درست است. این رابطه‌ای که ناهید آن را به کار برده است نوعی نامساوی است که آن را نامساوی «کوچکتر یا مساوی» می‌نامند. برای بیان کوچکتر بودن یک عدد از عدد دیگر از نماد «<» استفاده می‌کردیم. برای بیان «کوچکتر یا مساوی» بودن یک عدد از یک عدد دیگر از نماد « $\geq$ » استفاده می‌شود. برای بیان این که عدد  $a$  از عدد  $b$  کوچکتر یا مساوی است، می‌نویسیم  $a \leq b$ . جمله  $a \leq b$ ، به معنای آن است که یکی از دو حالت  $a < b$  یا  $a = b$  برقرار است.

تمرین در کلاس



دلیل درستی یا نادرستی هریک از نامساوی‌های زیر را بیان کنید.

الف)  $۳ \leq ۴$       ب)  $۳ \leq ۳$       ج)  $۳ \leq ۲$

مثال: اگر  $n$  یک عدد طبیعی باشد به طوری که  $۱ < n \leq ۲$ .

مثال:  $\{۱, ۲, ۳, ۴, ۵\}$        $\{n \in \mathbb{N} \mid n \leq ۵\}$ .

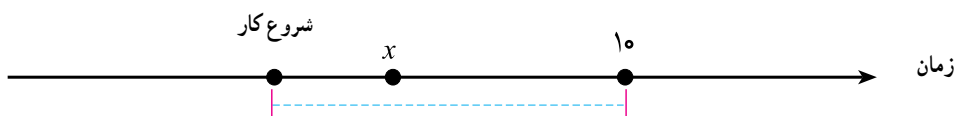
## نامعادلات

فعالیت



آقای صالحی می‌خواست خانه‌اش را رنگ کند. او که فقط ۱۰ روز برای این کار وقت داشت با یک نقاش قرارداد بست که حداکثر در ۱۰ روز، خانه را رنگ بزند و تحویل دهد.

۱- اگر کار نقاش  $x$  روز طول بکشد، به ازای چه مقادیری از  $x$ ، نقاش به قرارداد عمل کرده است؟



۲- اگر کار نقاش ۱۱ روز طول بکشد، آیا او توانسته است به قرارداد عمل کند؟

۳- مهلت انجام کار را به صورت ریاضی بنویسید.

۴- اگر نقاش حداقل ۶ روز برای انجام کارش نیاز داشته باشد، این مطلب را با نمادهای ریاضی بیان کنید. در این صورت تحویل کار در چند روز می تواند انجام شود تا نقاش به قرارداد هم عمل کرده باشد؟ این مطلب را با نمادهای ریاضی بیان کنید.



در این فصل به حالت هایی برخورد کردیم که جواب مسئله فقط یک عدد خاص نبود و مسئله به گونه ای بود که بیش از یک جواب برای آن وجود داشت. مسائلی شبیه مسائل بالا را که بیان ریاضی آن ها به صورت یک نامساوی بین دو چند جمله ای یا دو عبارت گویا باشند را نامعادله می نامند. مثلاً، نامساوی های زیر نامعادله هستند.

$$2x - 1 < 6, \quad 5x - 3 < x + 1, \quad 4x - 5 \leq 2(x - 1)$$

در این فصل فقط در مورد نامعدلاتی بحث خواهیم کرد که به صورت یک نامساوی بین دو چند جمله ای حداکثر درجه اول از یک متغیر باشند.

جواب های یک نامعادله، مقداری از متغیر هستند که به ازای آن ها، نامساوی برقرار شود. همه جواب های یک نامعادله یک مجموعه تشکیل می دهند که آن را مجموعه جواب آن نامعادله می نامند.

مثال: در نامعادله  $10 \leq 5x$  کدام یک از اعداد ۰، ۱، ۲، ۴، ۵ و ۶ از جواب های نامعادله هستند؟ مقدار  $10 \leq 5x$  به ازای ۰، ۱، ۲، ۴ از  $x$  کمتر است، پس ۰، ۱، ۲ و ۴ در مجموعه جواب این نامعادله قرار دارند. اما  $10 \leq 5x$  به ازای ۶ و ۵ از  $x$  بزرگتر است، پس این اعداد در مجموعه جواب این نامعادله قرار ندارند.

## روش‌های حل نامعادلات

می‌دانید که اگر به طرفین یک نامعادله عددی را اضافه یا کم کنیم، نامساوی هم‌چنان به همان شکل برقرار می‌ماند. با استفاده از این عمل می‌توان نامعادلات را ساده‌تر کرد.

مثال: نامعادله  $5 < x + 1$  را حل کنید.

ابتدا به طرفین نامساوی « $x$ » و سپس ۱ را اضافه می‌کنیم.

$$\begin{aligned} 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \\ 5 < x + 1 & \quad 2x \end{aligned}$$

بنابراین، مجموعه اعداد کمتر از ۶، مجموعه جواب این نامعادله هستند.

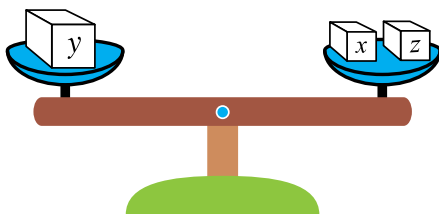
همان‌گونه که در حل معادلات دیدیم، بسیار پیش می‌آید که برای حل معادله طرفین تساوی را در عددی ضرب می‌کردیم. در حل نامعادلات نیز بسیار پیش می‌آید که باید طرفین نامعادله را در عددی ضرب کنیم. باید بدانیم که ضرب طرفین یک نامساوی در یک عدد، چه تغییری در نامساوی ایجاد می‌کند. فعالیت زیر، این مسئله را بررسی می‌کند.

### فعالیت

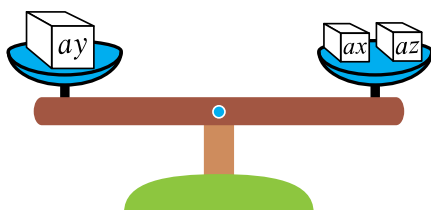
فرض کنید  $x$  و  $y$  دو عدد مثبت هستند که  $x < y$  و  $a$  یک عدد مثبت است.

۱- بسته‌هایی به وزن‌های  $x$  و  $y$  در نظر بگیرید و آن‌ها را در دو کفه یک ترازو قرار دهید. وضعیت ترازو به چه شکل درمی‌آید؟ شکل آن را بکشید.

۲- آیا می‌توان وزنه‌ای به یکی از دو کفه اضافه کرد تا طرفین هم‌وزن شوند؟ وزن این وزنه اضافی را  $z$  بنامید و بیان ریاضی تساوی به‌دست آمده را بنویسید.



۳- طرفین تساوی به دست آمده را در  $a$  ضرب کنید. تساوی جدید را به صورت وزن بسته‌هایی که در یک ترازو قرار دارند نشان دهید.



۴- اگر بسته به وزن  $az$  را از کفه ترازو برداریم وضعیت ترازو به چه شکل درمی‌آید؟ کدام نامساوی را می‌توانید نتیجه بگیرید؟

۵- این نامساوی را با نامساوی اول مقایسه کنید.



از این فعالیت نتیجه می‌شود که اگر یک نامساوی بین دو عدد مثبت برقرار باشد، می‌توان طرفین نامساوی را در یک عدد مثبت ضرب کرد و نامساوی مجدداً به همان شکل برقرار می‌ماند. در فعالیت بالا، برای آن که از ترازو استفاده کنیم، مجبور بودیم دو عدد  $x$  و  $y$  را مثبت فرض کنیم، ولی مثبت بودن  $x$  و  $y$  ضروری نیست و حتی اگر  $x$  یا  $y$ ، یا هر دو، مثبت هم نباشند، برای هر عدد مثبت  $a$ ، از  $x < y$  می‌توان نتیجه گرفت  $ax < ay$ . برای اثبات این مطلب تمرین زیر را انجام دهید.



#### تمرین در کلاس

فرض کنید  $x$  و  $y$  دو عدد باشند که  $x < y$  و فرض کنید  $a$  عدد مثبتی باشد. دلیل درستی هر مرحله از محاسبه زیر را بیان کنید.

$$\begin{aligned} x &< y \\ \circ &< y \quad x \\ \circ &< a(y - x) \\ \circ &< ay - ax \\ ax &< ay \end{aligned}$$

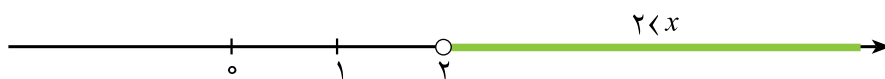
به این ترتیب، می‌توانیم نتیجه کلی زیر را بیان کنیم و از آن در حل نامعادله‌ها استفاده کنیم.

اگر  $x$  و  $y$  دو عدد باشند که  $x < y$ ، آنگاه برای هر عدد مثبت  $a$  داریم  $ax < ay$ .

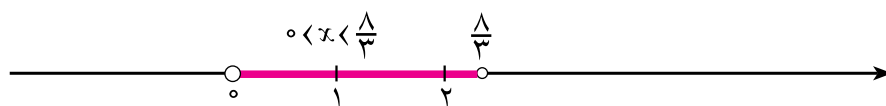
در تقسیم طرفین یک نامساوی بر یک عدد مثبت، رابطه مشابهی برقرار است، زیرا تقسیم بر  $a$  همان ضرب در  $\frac{1}{a}$  است. اگر  $a$  عدد مثبتی باشد  $\frac{1}{a}$  نیز مثبت است، پس با ضرب طرفین یک نامساوی در  $\frac{1}{a}$ ، نامساوی به همان شکل برقرار می‌ماند.

اگر  $x$  و  $y$  دو عدد باشند که  $x < y$ ، آنگاه برای هر عدد مثبت  $a$  داریم  $\frac{x}{a} < \frac{y}{a}$ .

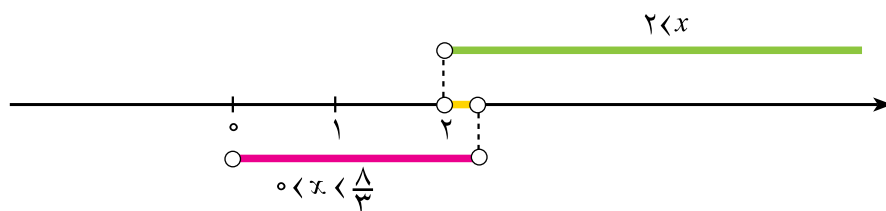
مثال: اگر از کالایی سه بسته هم‌وزن داشته باشیم، که وزن دوتای آن‌ها روی هم از ۴ کیلوگرم بیشتر و وزن سه‌تای آن‌ها روی هم از ۸ کیلوگرم کمتر باشد، هر بسته از این کالا چه وزن‌هایی ممکن است داشته باشد؟ اگر وزن هر بسته را  $x$  بنامیم، بیان ریاضی داده‌های مسئله به صورت  $2 < x$  و  $3x < 8$  است. با تقسیم طرفین نامعادله اول بر ۲ نتیجه می‌شود  $x < 2$ . بنابراین، مجموعه جواب این نامعادله به شکل زیر است.



با تقسیم طرفین نامعادله دوم بر ۳ نتیجه می‌شود  $x < \frac{8}{3}$ . همچنین چون وزن هر بسته عددی مثبت است داریم  $x > 0$ . بنابراین مجموعه جواب نامعادله دوم به شکل زیر است.



اشتراک این دو مجموعه، مجموعه جواب‌های مشترک هر دو نامعادله است و عبارت است از  $\left\{ x \in \mathbb{R} \mid 2 < x < \frac{8}{3} \right\}$ .





احمد و اصغر دو دوست هستند که هر کدام تعدادی خرگوش دارند. تعداد خرگوش‌های احمد دو برابر خرگوش‌های اصغر است.

۱- اصغر ۱۰ خرگوش جدید می‌خرد و با این کار، تعداد خرگوش‌هایش از تعداد خرگوش‌های احمد بیشتر می‌شود. این مطلب را با نمادهای ریاضی بیان کنید. چه نتیجه‌ای در مورد تعداد خرگوش‌های اصغر به دست می‌آورید؟

۲- اگر سه تا از خرگوش‌های احمد دوقلو بزنند، مجدداً تعداد خرگوش‌های احمد بیشتر می‌شود. این مطلب را به صورت ریاضی بنویسید. چه نتیجه جدیدی در مورد تعداد خرگوش‌های اصغر به دست می‌آورید؟

۳- آیا می‌توانید بگویید اصغر دقیقاً در ابتدا چند خرگوش داشته است؟



## مسائل

نامعادله‌های زیر را حل کنید.

$$\begin{array}{lll} \text{الف)} & 4 < x < 7 & 2x \\ \text{ب)} & 8 < 5x < 4 & 3x \\ \text{ج)} & 1 < 2x & 4 \\ \text{د)} & x - \frac{1}{2} \leq \frac{x}{3} & \\ \text{ه)} & \frac{x}{4} < \frac{x}{2} - \frac{x}{3} & \end{array}$$

## حل یک مسئله

در ایام عید، خانواده زهرا برای مسافرت می‌خواهند با ماشین خودشان از یزد به مشهد بروند. هزینه هر روز اقامت در مشهد برای این خانواده سی هزار تومان است و هزینه رفت و برگشت به مشهد روی هم بیست هزار تومان است. اگر این خانواده در ابتدای سفر چهارصد هزار تومان پول به همراه خود بردارند، حداکثر چند روز در مشهد می‌توانند بمانند؟

معلم، از اکرم خواست تا در پای تخته این مسئله را حل کند. اکرم گفت: ابتدا باید ببینیم مجهول مسئله چیست. در اینجا تعداد روزهایی که خانواده زهرا می‌توانند در مشهد بمانند مجهول است و آن را با  $x$  نشان می‌دهیم.

بعد باید فرضیات و اطلاعاتی که در مسئله آمده است را به صورت ریاضی بنویسیم. در اینجا می توانیم بگوییم که اگر از چهارصد هزار تومان، هزینه اقامت در مشهد را کم کنیم حداقل به اندازه هزینه رفت و برگشت به مشهد باید باقی بماند، یعنی  $30000x \leq 400000 - 200000$ .

معلم، از فرزانه خواست بقیه مسئله را او حل کند. فرزانه گفت: این، یک نامعادله است و برای حل آن به طرفین « $400000$ » اضافه می کنیم. نتیجه می شود  $30000x \leq 380000$  طرفین نامساوی را بر  $30000$  تقسیم می کنیم و نتیجه می شود  $x \leq 12/6 \approx \frac{38}{3}$ ، یعنی خانواده زهرا می توانند بیش از ۱۲ روز در مشهد بمانند.

یکی از دانش آموزان گفت: این جواب قابل قبول نیست زیرا معنای آن این است که این خانواده با چهارصد هزار تومان، می توانند تا هر وقت که می خواهند در مشهد بمانند.

معلم گفت درست است، حتماً در جایی از حل این مسئله اشتباهی رخ داده است. این اشتباه در کجاست؟ باید یکی یکی عملیاتی را که انجام داده ایم بررسی کنیم تا اشتباه را به دست آوریم.

اکرم گفت من می دانم اشتباه در کجاست. بهتر است نامعادله را به صورت زیر حل کنیم.

$$20000 \leq 400000 - 30000x$$

$$20000 + 30000x \leq 400000 - 30000x + 30000x$$

$$20000 + 30000x \leq 400000$$

$$20000 - 30000x \leq 400000 - 30000x - 20000$$

$$30000x \leq 380000$$

$$x \leq \frac{380000}{30000} \approx 12/6$$

اکرم گفت: با این جواب، این خانواده حداکثر ۱۲ روز می توانند در مشهد بمانند و نه بیشتر و این جواب قابل قبول است. این جواب شبیه جواب فرزانه است با این تفاوت که جهت نامساوی برعکس آن است. لابد اشتباه محاسبات فرزانه در آن است که در جایی باید جهت نامساوی را تغییر دهد. این عمل احتمالاً باید به هنگام تقسیم بر « $30000$ » انجام شود، زیرا تقسیم بر اعداد مثبت، نامساوی را به همان شکل نگه می دارد، ولی تقسیم بر اعداد منفی شاید نامساوی را برعکس می کند.

معلم گفت: پس باید بررسی کنیم که ضرب یک عدد منفی در طرفین یک نامساوی چه تغییری در نامساوی ایجاد می کند.





فرض کنید  $x$  و  $y$  دو عدد باشند که  $x < y$  و فرض کنید  $a$  عددی منفی باشد.

۱- طرفین نامساوی  $x < y$  را ابتدا با  $x$  و سپس با  $y$  جمع کنید و یک نامساوی جدید به دست آورید.

۲- « $a$ » عددی مثبت است و طرفین نامساوی به دست آمده را در « $a$ » ضرب کنید و پس از ساده کردن نتیجه بگیرید  $ay < ax$ .

از تمرین بالا نتیجه می شود :

اگر طرفین یک نامساوی را در یک عدد منفی ضرب کنیم یا بر یک عدد منفی تقسیم کنیم جهت نامساوی عوض می شود و نامساوی در یک جهت دیگر برقرار می شود.

مثال : نامعادله  $x < 14$  و  $3x$  را حل کنید.

با جمع طرفین نامساوی با  $x$  و سپس جمع طرفین با  $14$  داریم  $4x < 12$ . با تقسیم طرفین این نامساوی بر  $4$  نتیجه می شود  $x < 3$ .



## مسائل

۱- نامعادلات زیر را حل کنید و مجموعه جواب آن ها را روی محور اعداد مشخص کنید.

$$\text{ب) } x \leq \frac{2x-3}{5}$$

$$\text{الف) } \frac{3x}{2} - 4 > \frac{2x}{3} + 1$$

$$\text{د) } x(x-3) < (x-1)^2$$

$$\text{ج) } \frac{x}{2} + \frac{x}{3} < \frac{x}{4} + \frac{x}{5}$$

$$\text{و) } 5 < 2x-1, \quad 2x-1 < 8$$

$$\text{هـ) } \frac{5x}{2} \leq (1-x)^2 - (x+3)^2$$

$$\text{ز) } x-1 < 2x-3, \quad 2x-3 < -\frac{x}{2} + 1$$

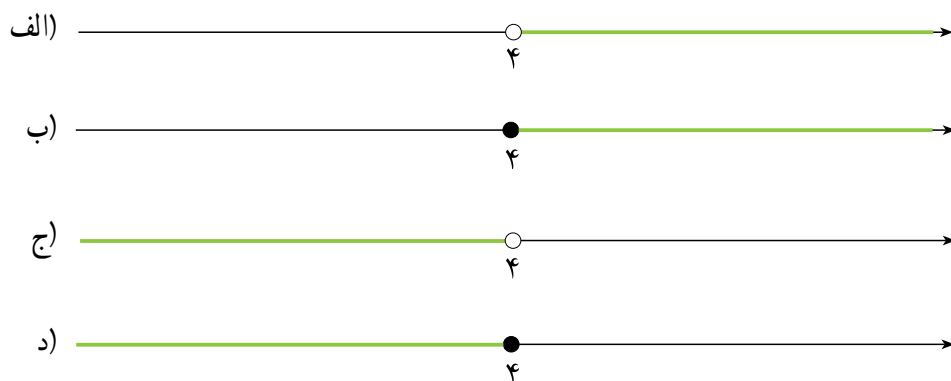
۲- در عبارت های زیر در  $\square$  یکی از نمادهای « $<$ » یا « $>$ » یا « $=$ » را قرار دهید.

الف) اگر  $a < 1$ ، آنگاه  $a^2 \square a$ .

ب) اگر  $a < 0$  و  $a < 1$ ، آنگاه  $a^2 \square a$ .

ج) اگر  $a < 0$ ، آنگاه  $a^2 \square a$ .

۳- کدام یک از شکل‌های زیر مربوط به مجموعه جواب نامعادله  $x \leq 1(x-2) \leq 3$  است؟

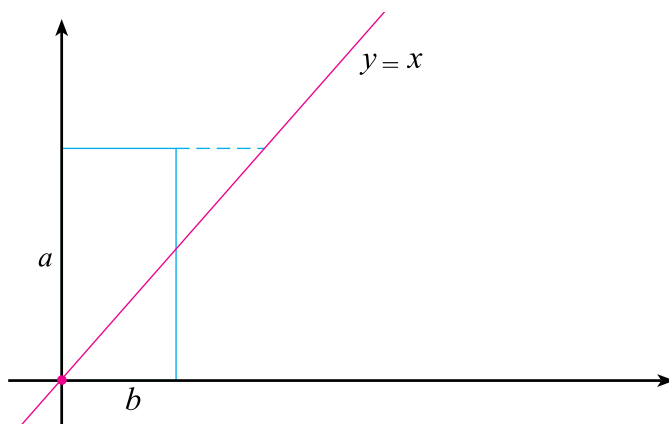


۴- یک شرکت سازنده میزهای تحریر، برای پرداخت حقوق کارگران و مخارج دستگاه‌ها، ۳۲۰۰۰۰۰ تومان هزینه هفتگی دارد. هزینه مواد اولیه برای هر میز ۲۰۰۰۰ تومان، و قیمت فروش هر میز ۳۰۰۰۰ تومان است. الف) اگر تعداد میزهای تولیدشده در یک هفته را  $x$  بنامیم، مقدار هزینه انجام شده در یک هفته را به صورت یک عبارت جبری بنویسید.

ب) با فرضیات قسمت (الف)، درآمد به دست آمده در یک هفته را بنویسید.

ج) تفاضل هزینه از درآمد را سود می‌نامند. این شرکت حداقل چند میز در هفته باید بفروشد تا سود ببرد؟

۵- از طریق شکل زیر نشان دهید برای هر دو عدد مثبت  $a$  و  $b$  داریم:  $\frac{a^2}{2} + \frac{b^2}{2} \geq ab$ .



۶- هزینه تولید  $x$  متر سیم برحسب تومان از رابطه  $170000 + 60x$  محاسبه می‌شود. اگر قیمت فروش هر متر سیم ۴۰۰ تومان باشد، چه مقداری از سیم باید به فروش برسد تا کارخانه ضرر نکند؟

## تمرین های تکمیلی

### فصل اول - اعداد و نمادها:

۱- عدد  $1 - \sqrt{5}$  را روی محور نمایش دهید.

۲- الف) عبارت «حاصلضرب عدد یک دوم در خودش کوچکتر از یک دوم است» را به زبان ریاضی بنویسید.

ب) عبارت قسمت (الف) را برای عدد دلخواه به زبان فارسی و ریاضی بنویسید.

۳- عبارت  $2 \div 2 - 6 \times 4 + 2 \div 5 \times 2 + 3 \times 2$  را در نظر بگیرید علی و حسن دو دانش آموز هستند که ترتیب های زیر را برای به دست آوردن عبارت فوق مشخص کرده اند که هر دو درست است:

①	⑥	⑦	④	⑤	ترتیب پیشنهادی علی
$2 \times 3$	$2 \div 5$	$5 \times 2$	$6 \times 4$	$2 \div 2$	
⑤	⑥	①	②	⑦	ترتیب پیشنهادی حسن

الف) یک ترتیب درست دیگر برای انجام عملیات فوق ذکر کنید.

ب) کدام ویژگی از اعمال است که نشان می دهد ترتیب علی و حسن درست است؟

### فصل دوم - مجموعه ها:

۱- در هر کدام از قسمت های زیر،

اگر A و B و C زیر مجموعه هایی از اعداد طبیعی باشند در هر کدام از قسمت های زیر A و B و C را طوری مشخص کنید که شرایط ذکر شده را داشته باشد:

الف)  $A \subseteq B$  و  $A \subseteq C$  ب)  $A \cap B = C$  ج)  $A \subseteq B$  و  $C \subseteq A$  د)  $B \cap C = \emptyset$

### فصل سوم - توان رسانی و ریشه گیری:

۱- ریشه های دوم اعداد زیر را به دست آورید.

الف) $\frac{1}{49}$	ب) $10^4$	ج) $b^4$	د) $a^4 b^{12}$
---------------------	-----------	----------	-----------------

۲- ریشه سوم اعداد زیر را محاسبه کنید.

الف) $8000$	ب) $a^3$	ج) $\frac{a^6}{b^9}$
-------------	----------	----------------------

۳- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف) $\sqrt[3]{64}$	ب) $\sqrt{36}$	ج) $\sqrt{\frac{36}{49}}$
د) $\sqrt[3]{-0.125}$	هـ) $\sqrt[3]{\frac{b^6}{c^3}}$	

۴- عبارت‌های زیر را ساده کنید.

الف) $\sqrt[3]{\frac{-64}{27}}$	ب) $\sqrt{18a^3}$	ج) $\sqrt[3]{\frac{a^6b^2}{24c^3}}$
---------------------------------	-------------------	-------------------------------------

۵- حاصل ضرب‌های زیر را به دست آورید و آن‌ها را ساده کنید.

الف) $3\sqrt{2} \times 2\sqrt{3}$	ب) $-5\sqrt{6} \times (-2)\sqrt{18}$	ج) $\sqrt{0.2} \times \sqrt{0.18}$
د) $2\sqrt[3]{a^4b^3} \times \sqrt[3]{a^2b}$	هـ) $2\sqrt[3]{4} \times (-3)\sqrt[3]{2}$	

۶- مخارج اعداد و عبارت‌های زیر را گویا کنید و آن‌ها را به ساده‌ترین صورت بنویسید.

الف) $\frac{1}{\sqrt[3]{4}}$	ب) $\frac{1}{\sqrt{a}}$	ج) $\frac{1}{\sqrt[3]{a^2}}$
د) $\frac{1}{\sqrt[3]{4x}}$	هـ) $\sqrt[3]{\frac{4a}{3b^3c}}$	

۷- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف) $4\sqrt{2} - 2\sqrt{2}$	ب) $4\sqrt[3]{5} + \sqrt[3]{40}$	ج) $\sqrt[3]{\frac{16}{81}} - \sqrt[3]{\frac{25}{3}}$
د) $5\sqrt[3]{6} - 2\sqrt[3]{6}$	هـ) $a\sqrt{b} + c\sqrt{b}$	و) $\sqrt[3]{8y} - \sqrt[3]{y^4}$

ز)  $\sqrt{a^2b^4} - \sqrt{a^2c}$

۸- به جای  $\square$  عدد مناسب قرار دهید.

الف)  $\sqrt{5} + \sqrt{20} + \square = 7\sqrt{5}$

ب)  $\sqrt[3]{12} + \sqrt[3]{96} - \square = 3\sqrt[3]{12}$

## فصل چهارم - چندجمله‌ای‌ها و اتحادها:

۱- حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

الف)  $(x^2 - y^2)(x^2 - 2y^2)$

ب)  $(4y - ax)(x - y)$

ج)  $\frac{1}{4}x^2 - 4x - \frac{1}{3}x + \frac{3}{4}x - 1$

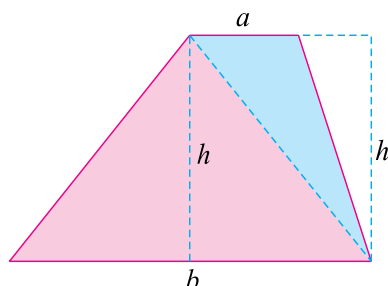
۲- حاصل عبارت‌های زیر را به ساده‌ترین صورت بنویسید.

الف)  $3x(y - z)$

ب)  $4x^2(x - y - 1)$

ج)  $(a - b)(x - y)$

د)  $(a - b)(a - c)$



۳- با استفاده از شکل روبرو فرمول مساحت دوزنقه را از طریق مساحت مثلث‌ها به دست آورید.

۴- کدام یک از تساوی‌های زیر اتحاد هستند؟

الف)  $3x - y = x - 3y$

ب)  $y^2 - 1 = y$

ج)  $(x - 1)(x - 1)(x^2 - x^2 - 1) = x^6 - 1$

۵- با استفاده از اتحادها حاصل عبارت‌های زیر را بنویسید.

الف)  $(4x - 5)(4x - 3)$

ب)  $(\frac{1}{3} - 2x)(\frac{1}{3} - x) =$

ج)  $(a^2 - b^2)(a^2 - b^2)$

د)  $(2a - 3)(2a - 3)$

۶- به کمک اتحادها عبارت‌های زیر را تجزیه کنید.

الف)  $x^2 - 8x - 15$

ب)  $x^2 + x + \frac{1}{4} =$

ج)  $x^2 - 2x - 8$

۷- حاصل عبارت‌های زیر را به کمک اتحادها به دست آورید.

الف)  $(x - \frac{1}{4})(x^2 + \frac{1}{4}x + \frac{1}{4}) =$

ب)  $(2a - 3b)(4a^2 - 6ab - 9b^2)$

ج)  $(x + \frac{1}{3})^3 =$

د)  $(ax - 1)^2$

۸- به کمک اتحادها، عبارت‌های زیر را به صورت ضرب دو یا چند عبارت بنویسید.

الف)  $27x^2 - y^2$

ب)  $a^3 - \frac{1}{8} =$

ج)  $b^3 + \frac{1}{27} =$

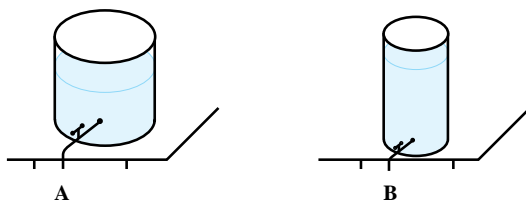
۹- چندجمله‌ای‌های زیر را تجزیه کنید.

الف)  $x^4 - 1$

ب)  $x^5 - x$

## فصل پنجم - معادلات درجه اول و معادله خط:

۱- دو منبع آب A و B به شکل زیر در اختیار داریم.



گنجایش منبع A،  $120$  لیتر و گنجایش منبع B،  $70$  لیتر است. این دو منبع را پر از آب می‌کنیم و در لحظه  $t$  شیر هر دو را همزمان باز می‌کنیم. در هر ثانیه از شیر منبع A،  $3$  لیتر آب و از شیر منبع B،  $2$  لیتر آب خارج می‌شود.

الف) کدام منبع زودتر خالی می‌شود و چند ثانیه زودتر خالی می‌شود؟

ب) آیا زمانی می‌رسد که حجم آب در دو منبع مساوی شود؟

ج) آیا زمانی می‌رسد که حجم آب در منبع B نصف حجم آب در منبع A شود؟

۲- دوست شما به دلیل بیماری در جلسه درس معادلات درجه اول غایب بوده است. در یک برگه کاغذ چگونگی حل معادله  $17 - 3x = 32$  را برای او توضیح دهید.

۳- دو نقطه روی محور  $x$ ‌ها بیابید به طوری که فاصله آن‌ها چهار باشد و یکی از این نقاط روی نیم خط منفی و نقطه دیگر روی نیم خط مثبت باشد. این مسئله چند جواب دارد؟

۴- نقطه A به عرض ۳ را روی محور  $y$ ‌ها در نظر بگیرید. دو نقطه B و C را روی محور  $x$ ‌ها بیابید به طوری که مثلث ABC در رأس A متساوی الساقین باشد ( $AB=AC$ ). مسئله چند جواب دارد؟

آیا می‌توانید دو نقطه روی محور  $x$ ‌ها بیابید که مثلثی ABC متساوی الاضلاع باشد؟ مسئله چند جواب دارد؟

۵- با رسم محورهای مختصات سه نقطه  $A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  و  $B = \begin{bmatrix} -2 \\ 1 \end{bmatrix}$  و  $C = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$  را در صفحه مشخص کنید.

الف) شیب خط‌هایی که اضلاع مثلث ABC را می‌سازند حساب کنید.

ب) نقطه C را طوری تغییر دهید تا شیب همه اضلاع مثلث ABC مثبت شود.

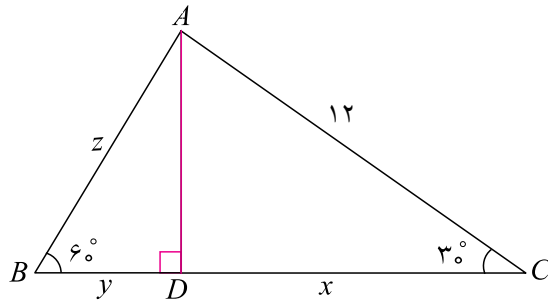
ج) نقطه A را طوری تغییر دهید تا شیب همه اضلاع مثلث ABC منفی شود.

۶- معادله خطی را بنویسید که از محل تقاطع دو خط  $3x + 2y = 6$  و  $3x = 2y$  بگذرد و بر خط  $1 - 2y = x$  عمود باشد.

۷- معادله خطی را بنویسید که از محل تلاقی دو خط  $1 - 7y = x$  و  $3 - 7y = x$  می‌گذرد و با خط  $5 - 4x = y$  موازی است.

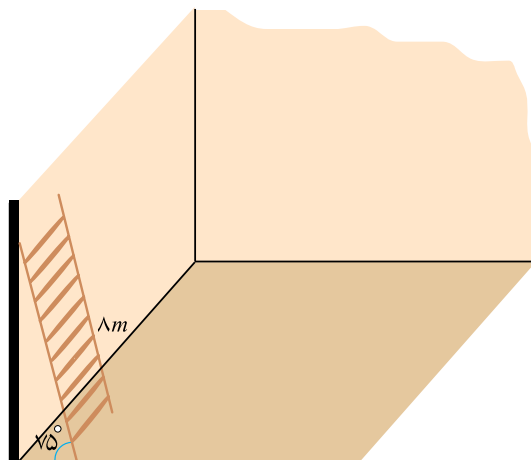
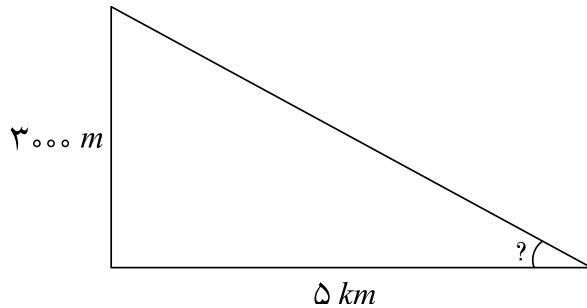
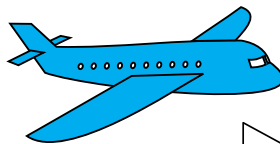
## فصل ششم - نسبت های مثلثاتی:

۱- در مثلث زیر مقادیر  $x$  و  $y$  و  $z$  را به دست آورید.



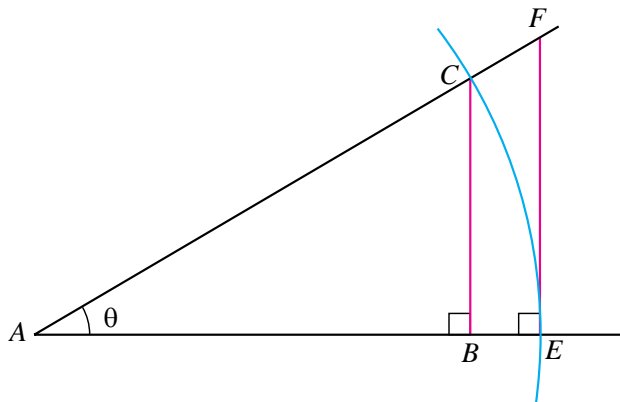
۲- یک عدد مثبت انتخاب کنید و آن را  $a$  بنامید. یک زاویه حاده  $\theta$  بسازید که  $\tan \theta = a$ .

۳- هواپیمایی در ارتفاع  $3000$  متری در حال پرواز است. این هواپیما وقتی به فاصله  $5$  کیلومتری باند فرود می رسد، روی یک خط شروع به پایین آمدن می کند تا در ابتدای باند به زمین برسد. تانژانت زاویه ای که مسیر این هواپیما با سطح زمین می سازد چقدر است؟ از روی تانژانت این زاویه با رسم مثلث و استفاده از نقاله تعیین کنید هواپیما با چه زاویه ای به زمین رسیده است؟



۴- نردبانی به طول  $8$  متر به دیواری تکیه داده شده است. زاویه نردبان با سطح زمین  $75$  درجه است. نوک نردبان تا زمین چقدر فاصله دارد؟ (راهنمایی: یکی از نسبت های مثلثاتی زاویه  $75$  درجه را با استفاده از نقاله و رسم مثلث قائم الزاویه و اندازه گیری با خط کش حساب کنید.)

۵- در شکل زیر مثلث ABC در رأس B و مثلث AEF در رأس E قائمه هستند و طول ضلع های AC و AE برابر ۱ می باشند و زاویه رأس A را  $\theta$  می نامیم.



الف) طول اضلاع AB، BC، EF را بر حسب یکی از نسبت های مثلثاتی زاویه  $\theta$  حساب کنید.

ب) طول ضلع AF را از طریق تساوی  $\frac{AF}{AE} = \frac{AC}{AB}$  بر حسب نسبت های مثلثاتی زاویه  $\theta$  حساب کنید.

ج) طول ضلع AF را از طریق قضیه فیثاغورس به دست آورید و نتیجه بگیرید  $\frac{1}{\cos^2 \theta} = 1 + \tan^2 \theta$ .

### فصل هفتم - عبارات های گویا:

۱- مخزن آبی دو شیر دارد. اگر یکی از این شیرها را باز کنیم در  $90^\circ$  دقیقه  $100$  لیتر آب را تخلیه می کند. اگر دو شیر را با هم باز کنیم  $100$  لیتر آب در  $20^\circ$  دقیقه تخلیه می شود. اگر شیر دوم را به تنهایی باز کنیم، در چند دقیقه  $100$  لیتر آب تخلیه خواهد شد؟

۲- مستطیلی در نظر بگیرید که طول و عرض آن اعداد  $x$  و  $y$  باشند. دایره ای در نظر بگیرید که محیط آن برابر محیط این مستطیل باشد. نسبت مساحت این دایره را به مساحت این مستطیل بنویسید و به عنوان یک عبارت جبری گویا بودن آن را تعیین کنید. در حالتی که این مستطیل، یک مربع باشد، این نسبت به چه شکل در می آید؟

۳- قاعده متوازی الاضلاعی برای عددی مانند  $x$  برابر  $2x$  و مساحت آن برابر  $3x^2 - 2x$  است. ارتفاع این متوازی الاضلاع را بر حسب  $x$  به دست آورید.

۴- حاصل عبارت روبه رو را ساده کنید.

$$\frac{x+1}{x^2-4} \div \frac{x^2-1}{x-2}$$

۵- نشان دهید چند جمله ای  $x^2 + ax^2 + 5ax^2 + (3a-5)x^2 + 3x^4$  بر  $a$  بخش پذیر است.

۶- خارج قسمت و باقیمانده تقسیم زیر را به دست آورید.

$$x^2 + x^4 - 2 \left| \begin{array}{l} 2 + x^2 \\ \hline \end{array} \right.$$



۷- کدام عبارت جبری در  $\sqrt{a} + \sqrt{b}$  ضرب شود، حاصل برابر  $b^2$  یا  $a^2$  می شود؟

۸- اگر  $x = 2 + \sqrt{3}$  باشد حاصل  $\sqrt{x + \frac{1}{x}}$  چیست؟

### فصل هشتم - معادلات درجه دوم و حل آنها:

۱- با روش مربع کامل معادله زیر را حل کنید.

$$x^2 - \frac{x}{5} = \frac{6}{5}$$

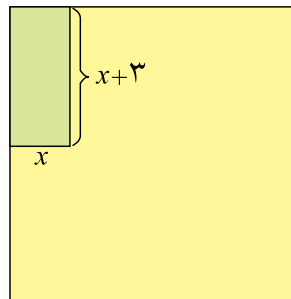
۲- کدام یک از معادلات زیر فقط یک جواب دارند؟ جواب آن را بیابید.

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

۳- با استفاده از فرمول کلی جواب معادلات درجه دوم، معادله زیر را حل کنید.

$$x^2 - (\sqrt{2} + 1)x + \sqrt{2} = 0$$

۴- در شکل زیر در کنار زمینی مربعی شکل به طول  $8^\circ$  متر باغچه‌ای به ابعاد  $x$  و  $3 - x$  درست کرده‌ایم اگر باقیمانده مساحت زمین  $4900$  مترمربع باشد مقدار  $x$  چیست؟



۵- عددی طبیعی بیابید که مربع آن  $342$  واحد بیشتر از خود عدد باشد.

### فصل نهم - نامعادلات درجه اول:

۱- مقدار  $a$  را چنان بیابید که نقطه  $A(a, 2, 3, 6a)$  در ربع دوم صفحه مختصات باشد.

۲- حدود  $m$  را چنان بیابید که معادله درجه دوم  $x^2 - 3x - m = 0$  دارای ریشه حقیقی نباشد.

- ۱- مجموعه مقالات کمیته فرهنگ و تمدن اسلام و ایران، دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی
  - ۲- ریاضیات ۱ چاپ ۱۳۸۶، علی رضا مدقالچی، اسماعیل بابلیان.
  - ۳- FUNCTIONS, STATISTICS AND TRIGONOMETRY SHARON, L. SENK AND OTHERS.
  - ۴- MATHEMATICS, SCOTT FORESMAN, ADDISON WESLEY.
  - ۵- MATHEMATICS FOR STUDENTS, J.L.MARTIN, MCMILLAN.
  - ۶- MATHEMATICS FOR TEACHERS, J.L.MARTIN, MCMILLAN.
  - ۷- MATHEMATICAL IDEAS, CHARLES D.MILLER, SEVENTH EDITION, HARPER COLLINS PUBLISHER.
  - ۸- MIDDLE GRADES MATH TOOLS FOR SUCCESS PRENTICE HALL.
  - ۹- PRINCIPLES & STANDARDS FOR SCHOOL MATHEMATICS N.C.T.M.
  - ۱۰- REAL LIFE MATHEMATICS, EVERYDAY USE OF MATHEMATICS CONCEPTS, EVAN M.GLAZER, JOHN W. MCCONNELL GREENWOOD PRESS.
  - ۱۱- WWW. TIMSS/RELEASED ITEMS/ MATHEMATICS /08
2003. (سؤالات قابل انتشار 2008 TIMSS)



---

---

معلمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را در باره مطالب

این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۱۵۸۵۵/۳۶۳ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار (Email)

talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفترتالیف کتاب های درسی ابتدایی توسط نظری

---

---