

## حرکت توهم است.

زنون چهار پارادوکس ارائه داد، که به نظر می‌رسد همه‌ی آن‌ها ناممکن بودن حرکت را اثبات می‌کنند.

مشهورترین پارادوکس زنون پارادوکس آشیل و لاک‌پشت است: اگر در آغاز لاک‌پشت چند متر جلوتر از آشیل شروع به حرکت کند، آشیل هیچ‌گاه نمی‌تواند از لاک‌پشت جلو بیفتد. فرض کنید آشیل، قهرمان جنگ تروا که مشهور است که سریع‌ترین دوندۀ جهان بوده، بتواند ده بار سریع‌تر از لاک‌پشت بدود و لاک‌پشت ۱۰۰ متر جلوتر از او شروع کند. هنگامی که آشیل ۱۰۰ متر می‌دود، لاک‌پشت ۱۰ متر رفته است و به این ترتیب ۱۰ متر جلوتر از اوست و به همین ترتیب حرکت ادامه می‌یابد. از نظر ریاضی آشیل فقط می‌تواند به لاک‌پشت نزدیک و نزدیک‌تر شود، ولی هیچ‌گاه نمی‌تواند از او جلو بزند.

پارادوکس زنون بر این فرض نادرست استوار است که فضا و زمان به طور نامحدودی تقسیم‌پذیرند؛ یعنی، جمع تعداد بی‌نهایت عدد همیشه بی‌نهایت است. اگرچه این قضیه بر مبنای یک مغالطه است، اما تا دو هزار سال حل نشده باقی ماند. در قرن هفدهم میلادی ریاضیدان اسکاتلندی جیمز گرگوری نشان داد که تعداد بی‌نهایتی عدد می‌تواند با هم جمع شوند و عدد معینی حاصل شود. چنین سری اعداد را سری همگرا (convergent) می‌نامند که هنگامی پیش می‌آید که اختلاف بین هر عدد با عدد پس از آن در این دنباله کوچک و کوچک‌تر می‌شود. مسابقه بین آشیل و لاک‌پشت از تعدادی مسافت‌های کوتاه تشکیل نشده است، بلکه تا پایان مسیر پیوسته است. البته اگر طول مسافت بیشتر از  $102/32$  متر باشد، آشیل مسابقه را می‌برد.

## ماده از فضای خالی و تعداد بی‌نهایتی ذرات ریز نامریی به نام اتموس یا اتم تشکیل شده است.

نظریه اتمی دموکریت احتمالاً بر پایه نظریه‌های پیشین فلاسفه یونان بنا نهاده شده است. این نظریه اولین کوشش علمی برای توضیح ماهیت ماده به شمار می‌آید؛ هرچند، امروزه ثابت شده است که بسیاری از فرضیه‌های دموکریت نادرست بوده است.

دموکریت که احتمالاً بزرگ‌ترین فیلسوف طبیعی یونان باستان است، همچنین ادعا می‌کرد که اتم‌ها را نمی‌توان تا بی‌نهایت به ذرات کوچک‌تری تقسیم کرد، ایجاد ماده جدید ناممکن است. او می‌گفت اتم‌ها همیشه در حال حرکت‌اند و هم‌چنان که حرکت می‌کنند با اتم‌های دیگر برخورد می‌کنند: گاهی با همدیگر پیوند خورده و به هم می‌چسبند، و گاه پس از برخورد از یکدیگر جدا می‌شوند. لوکرتیوس شاعر رومی (حدود ۹۹ تا ۵۵ پیش از میلاد)، اتم‌های دموکریت را با قلاب‌هایی تصور می‌کرد که آن‌ها را به همدیگر متصل می‌کنند.

درباره زندگی دموکریت اطلاعات چندانی نداریم، اما هرچه را که در مورد نظریه اتمی او می‌دانیم از کتاب زندگی فلاسفه برجسته تألیف زندگینامه‌نویس یونانی قرن دوم میلادی به نام دیوگنِس لائرتیوس است. لائرتیوس ۷۳ کتاب دموکریت را نام می‌برد که فقط بخش‌هایی از آن‌ها به جا مانده است. معروف است که دموکریت گفته است: «ترجیح می‌دهم یک حقیقت علمی را کشف کنم تا این که پادشاه ایران باشم.»

ارسطو فیلسوف بزرگ یونان (۳۸۴-۳۲۲ پیش از میلاد) نظریه اتمی دموکریت را رد کرده و گفته است که ماده کاملاً پیوسته و یکنواخت است. نفوذ ارسطو خارق‌العاده بود. تصور و فهم او از ماده اصولاً نادرست بود، اما به مدت ۲۰ قرن آن را پذیرفته بودند تا این که نظریه اتمی دالتون (صفحه ۶۵) در سال ۱۸۰۸ جایگزین آن شد.

## حدود ۶۰ نوشته پزشکی باستانی موجود، مجموعاً مشهور به رساله‌های بقراط

رساله‌های بقراط قدیمی‌ترین متن علمی غربی بر جای مانده است. این رساله‌ها بنیاد طب غربی را بنا نهاد. اگرچه روش‌های درمانی آن اکنون تخیلی به حساب می‌آید؛ زبان آن علمی است و از دیو، طلسم، و خدایان افسانه‌ای در آن خبری نیست.

اکنون بقراط پدر پزشکی محسوب می‌شود، ولی چندان اطلاعاتی درباره او نداریم. او معاصر سقراط بود و در جزیره کوس زندگی می‌کرد. سلسوس، نویسنده دایرةالمعارف طب در قرن اول میلادی او را چنین توصیف می‌کند: «اولین پزشکی که شایسته یادآوری است».

طب بقراط بر پایه‌ی توازن چهار عنصر - آب (سرد و مرطوب)، هوا (مرطوب و داغ)، آتش (داغ و خشک)، و زمین (سرد و خشک) - و اخلاط اربعه (مایعات بدن) - بلغم، خون، صفرا، و سودا استوار بود. بیماری ناشانه‌ی عدم توازن این عوامل بود. مثلاً، اگر بیماری از زیادی اخلاط سرد و مرطوب ناشی می‌شد، وظیفه پزشک برقراری تعادل بود. پزشکان دیگر به طب بقراطی عمل نمی‌کنند، اما نام او هنوز هم در سوگندنامه‌ی بقراطی زنده است که دانشجویان بسیاری از دانشکده‌های پزشکی هنگام پایان تحصیلات به آن سوگند می‌خورند. بقراط از شاگردانش می‌خواست تا برای طبابت بر اساس برخی قواعد اخلاقی سوگند یاد کنند.

(۱) بین دو نقطه می‌توان یک خط راست رسم کرد.

(۲) خط راست را می‌توان از هر طرف تا بی‌نهایت ادامه داد.

(۳) با یک مرکز و یک شعاع می‌توان هر دایره‌ای را ترسیم کرد.

(۴) تمام زوایای قائمه با هم برابرند.

(۵) اگر دو خط رسم شده خط سوم را طوری قطع کنند که مجموع

زوایای داخلی در یک طرف خط کم‌تر از دو زاویه قائمه باشد، در این حالت این دو خط همدیگر را قطع خواهند کرد (یا خطوط موازی هیچ‌گاه همدیگر را قطع نمی‌کنند).

این پنج اصل موضوع (postulate) اساس هندسه اقلیدسی را تشکیل می‌دهند. بسیاری از ریاضیدانان اصل موضوع پنجم (یا اصل موضوع خطوط موازی) را یک اصل موضوع واقعی نمی‌دانند، بلکه آن را قضیه‌ای می‌دانند که می‌تواند از چهار اصل موضوع اولی استنتاج شود. جنبه‌هایی از هندسه اقلیدسی هنوز هم در مدارس آموزش داده می‌شود.

کتاب اصول اقلیدس یکی از پرخواننده‌ترین کتاب‌های درسی همه دوران است. این کتاب متن درسی استاندارد هندسه بود تا آن‌که انواع دیگر هندسه، مانند هندسه مختصاتی دکارتی (هندسه تحلیلی) در قرن هفدهم کشف شد. اصولاً چیزی در مورد زندگی اقلیدس نمی‌دانیم. او در آتن تحصیل کرد و سپس در زمان حکومت بطلمیوس اول در اسکندریه به کار پرداخت. دو حکایت معروف در مورد او بر سر زبان‌هاست. بطلمیوس از اقلیدس می‌پرسد که آیا راه آسان‌تری برای یادگیری هندسه به جز مطالعه همه قضایا وجود دارد یا خیر. اقلیدس پاسخ می‌دهد: «هیچ جاده سلطنتی برای هندسه وجود ندارد». برطبق حکایت دیگر، یکی از شاگردانش، مانند غالب شاگردان حکایت می‌کند که فراگیری هندسه بی‌فایده است - یعنی ارزش عملی ندارد.

اقلیدس به یک برده دستور می‌دهد تا به آن شاگرد یک سکه بدهد تا از مطالعه هندسه سودی ببرد.

کتاب اصول با ۲۳ تعریف (مانند نقطه، خط، دایره، زاویه قائمه)، پنج اصل موضوع و پنج «اصل متعارفی» شروع می‌شود. با این اصول اقلیدس ۴۶۵ قضیه را اثبات کرد. اصل موضوع (یا اصل بدیهی) ادعا می‌کند که چیزی صحیح است و یا پایه یک استدلال است. قضیه یک گزاره‌ی اثبات شده است، که حکمی است با قید منطقی. نکات معمولی اقلیدس درباره‌ی هندسه نیستند، بلکه تصدیقات زیبای منطقی هستند:

۱. دو چیز که هر دو با چیز سوم برابرند با همدیگر نیز برابرند.

۲. اگر برابرها به برابرها اضافه شود، مجموع به دست آمده هم برابرند.

۳. اگر برابرها از برابرها کم شوند، باقیمانده‌ها برابرند.

۴. چیزهایی که بر هم منطبق می‌شوند با یکدیگر برابرند.

۵. مجموع بزرگ‌تر از اجزای آن است.

## اصل ارشمیدس

قرن سوم  
پیش از میلاد

سیراکوز  
(شهری یونانی  
در سیسیل)

ارشمیدس (حدود ۲۸۷-۲۱۲ پیش از میلاد)

**جسمی که کاملاً در یک سیال (مایع یا گاز) غوطه‌ور است به اندازه‌ی وزن سیال هم‌حجم‌اش (یا وزن مایع جابه‌جا شده) از وزن‌اش کم می‌شود.**

هرو پادشاه ستمگر سیراکوز در سیسیل کنونی، ارشمیدس ریاضیدان بزرگ را به مبارزه‌ای طلبید. آیا او می‌توانست سوءظن پادشاه را نسبت به خالص نبودن طلای تاج جدیدی که طلاساز برایش ساخته و آن را با فلز ارزان‌تر و سبک‌تر نقره آمیخته است، تأیید کند؟

گفته می‌شود که ارشمیدس در حمام در خصوص این مسئله به اندیشه پرداخت. او به دو موضوع پی برد. اول آن که هنگام ورود به خزینة حمام سطح آب بالا آمد. دوم این که پس از وارد شدن در آب احساس کرد سبک‌تر شده است. ذهن هوشمند او این دو مشاهده را به هم ارتباط داد. او احساس سبکی می‌کرد زیرا بدنش جای آب را گرفته بود. هرچه بدنش بیشتر جای آب را می‌گرفت احساس می‌کرد سبک‌تر شده است. پاسخ هرو را یافته بود. اگر تاج حاوی نقره باشد در مقایسه با وزن هم‌حجم‌اش از طلای خالص، فضای بیشتری را می‌گیرد، زیرا چگالی نقره از چگالی طلا کم‌تر است. اگرچه وزن تاج ساخته شده از طلای خالص و یا آلیاژ طلا و نقره در هوا وزن یکسان است، اما وزن تاج ساخته شده از آلیاژ طلا و نقره از وزن تاج ساخته شده از طلای خالص در آب کم‌تر است. زیرا کاهش وزن آن در آب بیشتر است. اگر تاج از طلای خالص ساخته شده بود آن‌گاه هردو هم‌وزن می‌بودند.

برطبق افسانه‌ها، این مرد بزرگ چنان از این کشف شادمان شد که از حمام بیرون پرید و در حالی که فریاد می‌زد «یافتم!» برهنه به وسط خیابان‌ها دوید. آزمایش نشان داد که جنس تاج آمیخته‌ی طلا با نقره است.

اصل ارشمیدس توضیح می‌دهد که چرا اشیاء شناور می‌شوند. اگر چگالی یک شیء کم‌تر از چگالی سیالی باشد که آن را احاطه می‌کند (یعنی وزنی کم‌تر از سیال هم‌حجم‌اش) آن شیء در آن سیال شناور خواهد شد. زیرا کاهش ظاهری وزن آن بیشتر از وزن آن در هوا خواهد بود، اما اگر چگالی آن بیشتر از سیال باشد، کاهش ظاهری وزن کم‌تر از وزن آن در هوا خواهد بود و بنابراین در آن فرو می‌رود.

اصل موضوع خطوط موازی اقلیدس: خطوط موازی به همدیگر نمی‌رسند (الف)، اما اگر مجموع زوایای داخلی کم‌تر از دو زاویه قائمه در یک طرف خط باشد، در این حالت سرانجام همدیگر را قطع خواهند کرد.