از کتاب *Physics for the inquiring mind*

نوشتهٔ Eric Rogers

ترجمهٔ پرویز تاریخی

تاریخ اخترشناسی

اخترشناسی بخشی از دانش فیزیک است. ولی در مجموعه مقاله‌هایی که با عنوان تاریخ اخترشناسی منتشر می‌شود، از اخترشناسی به عنوان مثالی روشن از رشد و کاربرد تئوری در علم استفاده خواهیم کرد. با این هدف، این مجموعه مقاله‌ها به تاریخ و دانش بشر از منظومهٔ شمسی، از ابتداییترین مشاهدات و ساده‌ترین افسانه‌ها تا موفقیت عظیم تئوری جاذبهٔ گرانشی نیوتون خواهد پرداخت.

اخترشناسی یونانی

تئوریهای بزرگ و رصدهای بزرگ

«اگر علم چیزی بیش از جمع آوری واقعیتها باشد؛ اگر فقط دانشِ عملی نباشد، بلکه دانشِ عملیِ سازمان یافته باشد؛ اگر فقط تحلیلِ هدایت نشده و تجربه‌گرایی اتفاقی نباشد، بلکه سنتز باشد؛ اگر فقط عملِ ثبت بی‌اراده نباشد، بلکه فعالیتی سازنده باشد؛ در آن صورت، بی‌تردید [یونان باستان] مهد علم بوده است.»

جُرج سارتُن

تئوری، خانه‌ای برای واقعیتها، «برای توضیح پدیده‌ها»

دانش اختر شناسی در دامن تمدنهای باستان رشد کرد. عامل این رشد توجه ساده به رصدهای سازمان یافته‌ای بود که از یک سو با هدف ساختن تقویم، مقام اخترشناسان را تا حد کشیشان عالیرتبه ارتقا داد و از سوی دیگر موجب رواج اختربینی آمیخته با خرافات گردید. با این دانش داستانهایی برای تعلیم به کودکان وقوت قلب دادن به مردم عامی رایج شد. توصیف خورشید به عنوان خدا، پرستش سیارهٔ زهره، پیشگویی آینده با کمک گویی بلورین، فقط افسانه‌های موهوم نبودند، بلکه طلایه داری بودند برای علم نظری. آنها علم حقیقی نبودند. رابطهٔ آنها با واقعیت سست و خیالی بود، اما الگویی از یک طرح فکری برای «تشریح» واقعیتها را به دست دادند. هنگامی که تمدن یونانی در اثر اتحاد اقوام مجاور شکل گرفت، عاقلترین اندیشه‌مندان حالت جدیدی را به علم دادند. آنان دربارهٔ طرح *کلی* توضیح که برای ذهن پویا جالب باشد می‌اندیشیدند، نه به اسطوره‌هایی که مورد رضایت عموم باشد. هدف آنان «توضیح پدیده‌ها» یا توضیح نمودها بود، یعنی ارائهٔ طرحی که *دلیلی موجه برای واقعیتها* به دست دهد. این کار مشغله‌ای بزرگتر از جمع‌آوری واقعیتها یا گفتن قصه‌ای جدید برای هر واقعیت بود؛ پیشرفتی فکری، که آغازی بود برای تئوری بزرگ علمی.

قدیمیترین «فیلسوفان طبیعی» یونان تصویری ساده از ساختار عالم به دست دادند، اما با جمع شدن اطلاعات بیشتر و رشد تبادلات ذهنی، آنان به تفصیل به ارائهٔ طرحهایی برای نجات پدیده‌ها پرداختند. ابتدا قصه‌هایی دربارهٔ زمین گفته شد، پس از آن قصه‌های کاملتری برای توضیح حرکت همهٔ آسمان و حرکتهای تفصیلی خورشید، ماه و سیاره‌ها بیان شد.

در هر مرحله، این فیلسوفان کوشیدند تا کار خود را با فرضهای ساده‌تر یا اصلهای کلّیتر شروع کنند و به کمک آنها «توضیحی» منطقی و تا حد ممکن کامل از رفتار مشاهده شده بدهند. این توضیح به جهت دادن اطلاعات و پیشگوییهای آینده خدمت می‌کرد، اما بیش از همه منجر به این دریافت شد که *الگویی* وجود دارد که رفتارهای گوناگون را در کنار هم نگه‌می‌دارد، و اینکه *طبیعت شعور دارد*. هرچند در اثر نیازهای عملی نظیر ساختن تقویم جستجوهایی برای یافتن یک طرح خوب انجام شد، اما میل به توضیح روشنِ واحد به فراتر از این حد رسید. فیلسوفان یونانی با انگیزه‌ای برای یافتن پاسخ *چراها* به جستجو و ساختن تئوری علمی پرداختند. با اینکه روشهای

تجربی و ابزار علمی ما تغییرات زیادی کرده‌اند، هنوز این میل یونانی دربارهٔ تئوری را که پدیده‌ها را نجات خواهد داد، داریم.

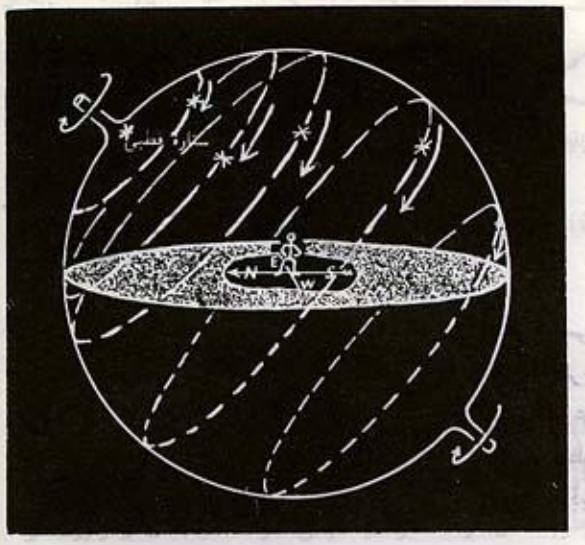
در اینجا به مطالعه دربارهٔ برخی از دانشمندان یونانی می‌پردازیم. بنگرید که آنان چگونه تئوری خود را ساختند.

اختر شناسی یونان باستان

با گسترش تمدن یونانی در سه‌هزار سال پیش، شاعران (هومر) شروع به گفتن تاریخ همسایگان قدیمیتر کردند و کوشیدند تا به بعضی از چراهای بزرگی که انسانهای هوشمند دربارهٔ نوع بشر و دنیا می‌پرسیدند، پاسخ دهند. زمین به صورت جزیره‌ای تصور می‌شد که به وسیلهٔ رود بزرگی احاطه شده وگنبد عظیم آسمان آن را پوشانده بود. خانهٔ خدایان در «انتهاهای زمین» قرار داشت. جهنم یا سرزمین مردگان نیز در انتهاهای زمین، یا شاید در زیر آن واقع بود. هر روز خورشیدی از آن طرفِ رودی که زمین را دربرگرفته بود طلوع می‌کرد وگنبد آسمان را جاروب می‌کرد.

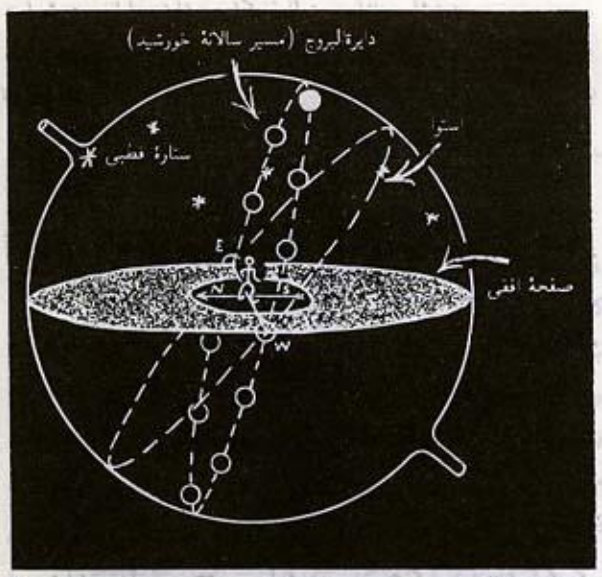
از حدود ۲۵۰۰ سال پیش به این طرف داستانهایی کامل از «فیلسوفان طبیعی» بزرگ می‌شنویم که بیانگر اندیشه‌هایی روشنتر هستند.

تالس (حدود ۶۰۰ پیش از میلاد) بنیانگذار علم و فلسفهٔ یونانی بود. در قرنهای بعد آوازهٔ او به عنوان یکی از «هفت مرد عاقل» به قدری بالا گرفت و افسانه‌ای شد که کارهای بزرگ ناممکنی چون پیشگویی یک گرفتِ خورشیدی به او نسبت داده شد. او به جمع آوری دانش هندسه، شاید از مصر، پرداخت، و شروع به تبدیل هندسه به سیستمی از اصول و استقراها کرد ـ آغاز علمی که اقلیدس آن را به شکوفایی کامل رساند. او فکر می‌کرد که زمین قرص پهن شناوری روی آب است؛ همچنین می‌دانست که ماه به وسیلهٔ نورِ بازتابیده از خورشید می‌درخشد، و به این ترتیب دلایلی را برای مشاهدات معمول به کار برد. گفته می‌شود که او می‌دانست که سنگ آهنربا، تکه‌های آهن را جذب می‌کند؛ و چنین شایع است که او برق را با مالش دادن کهربا (در یونانی «الکترون» گفته می‌شود) کشف کرد. گذشته از اینها، او این مرزهای دانش را پشت سر گذاشت و توضیحی کلّی دربارهٔ عالم ارائه داد: اینکه آب «اصل نخستین» است، و ماده‌ای بنیادی است که همهٔ چیزهای دیگر از آن ساخته شده است. این آغازی متهورانه در «فلسفهٔ طبیعی» بود. او مرد علم بود، وکسی بود که *پذیرفت همهٔ عالم می‌تواند به وسیلهٔ دانش و استدلال معمولی توضیح داده شود.*



شکل۱ عالم بنا بر تصور تالس

دیگران ستارگان را به عنوان مجموعه‌ای در یک کرهٔ چرخان در نظر گرفتند و مایل بودن دایرةالبروج، شیبدار بودن مسیر حرکت سالانهٔ خورشید در میان ستارگان، را کشف کردند، این جدا کردن حرکت سالانهٔ خورشید از حرکت روزانهٔ آن گام سودمندی بود. کمربند الگوهای ستاره‌ای در طول مسیر سالانهٔ خورشید به



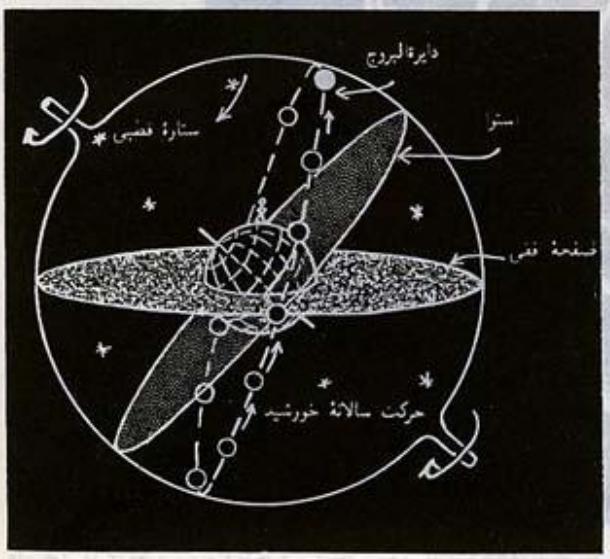
شکل۲ تصور دربارهٔ عالم در یونان باستان

مسیر سالانهٔ خورشید در میان الگوی ستاره‌ای ترسیم شده است. این نوارِ یک بُری است که دایرةالبروج نامیده می‌شود. خورشید در یک موضع (نزدیک وسط تابستان) نشان داده شده است و موضعهای دیگر نیز طرح شده است. در اینجا کرهٔ آسمانی نمی‌چرخد، اما با یک الگوی ستاره‌ای بالای سر به حالت «مکث» درآمده است.

دوازده قسمت مساوی تقسیم می‌شد، که هر یک «صورتی از منطقةالبروج» را دربر می‌گرفت و به نام آن صورت فلکی خوانده می‌شد. مسیر ماه و سیاره‌ها بسیار به مسیر خورشید نزدیک است، به طوری که آنها نیز از میان صورتهای منطقةالبروج سیر می‌کنند.

فیثاغورس (حدود ۵۳۰ پیش از میلاد). زمانی که فیثاغورس مکتب فلسفه ـ مذهب، علوم، سیاست ... ـ خود را تأسیس کرد، موقع مناسبی برای بیان اندیشهٔ گرد بودن زمین فرا رسید. ستارگان و روایت مسافران کشتیها برای ذهن پویا بر خمیده بودن سطح زمین دلالت داشتند. هنوز هم پذیرفتن اندیشهٔ زمین به صورت گویی گرد سخت است. شما این مطلب را به سادگی می‌پذیرید، زیرا در کودکی به شما آموخته شده است ـ ولی کودکی را در نظر بگیرید که برای نخستین مرتبه دربارهٔ نقطهٔ مقابل مکان خود در روی زمین، یعنی جایی که مردم در آنجا «وارونه» هستند، می‌آموزد! احتمالاً خود فیثاغورس فکر می‌کرد که زمین گرد است؛ اما نمی‌دانیم که آیا بسیاری از اکتشافات و نظریات فیثاغورسی از آن خود او بوده‌اند یا اعضای بعدی مکتب او، که برای مدت حدود دویست سال شکوفا بود. فیثاغورسیان برای سیستم آسمانی، زمینِ گردی را تصور می‌کردند که به وسیلهٔ کره‌های شفافی احاطه شده بود و بر هرکدام از این کره‌ها جسمی آسمانی واقع بود. درونیترین کره حامل ماه بود، چرا که ماه نسبت به بقیهٔ اجرام آسمانی به زمین نزدیکتر است. بیرونیترین کره حامل ستارگان بود، و کره‌های میانی حامل عطارد، زهره، خورشید، مریخ، مشتری، و زحل بودند. بیرونیترین کرهٔ ستارگان در طول شبانه روز یک مرتبه می‌چرخید؛ کره‌های دیگر اندکی آرامتر می‌چرخیدند و دوره‌های تأخیر خورشید، ماه و سیاره‌ها را نمایان می‌ساختند. در اینجا یک تئوری سادهٔ علمی وجود داشت، طرحی تصوری از کره‌های چرخان که ساده بود (کره‌های هموار، چرخشهای ثابت) و اینکه می‌شد مدعی بود بر اساس یک اصل کلی ساده بنا شده است (کره‌ها اشکال «کاملی» هستند و چرخش یکنواخت برای کره حرکت «کاملی» است). کره‌هایی که حامل سیاره‌ها بودند به ترتیب سرعت چرخش آنها قرارگرفته بودند: زحل که تقریباً سریعتر از ستارگان حرکت می‌کند ـ در هر سی سال به اندازهٔ یک دورهٔ گردش عقب می‌ماند ـ بیرونیترین جسم آسمانی بود که در درون کرهٔ ستارگان قرار داده شد؛ پس از آن مشتری، مریخ، خورشید؛ و زهره و عطارد که بلافاصله درون یا بیرون کرهٔ خورشید قرارگرفتند. این عملِ مرتب کردن بر اساس سرعتها حدس موفقی بود. ما امروزه می‌دانیم که زحل، مشتری، و مریخ «بیرونی» هستند، و نسبت به زمین از خورشید دورترند. زحل بیرونیترین و مریخ نزدیکترین این سیاره‌ها به زمین هستند.

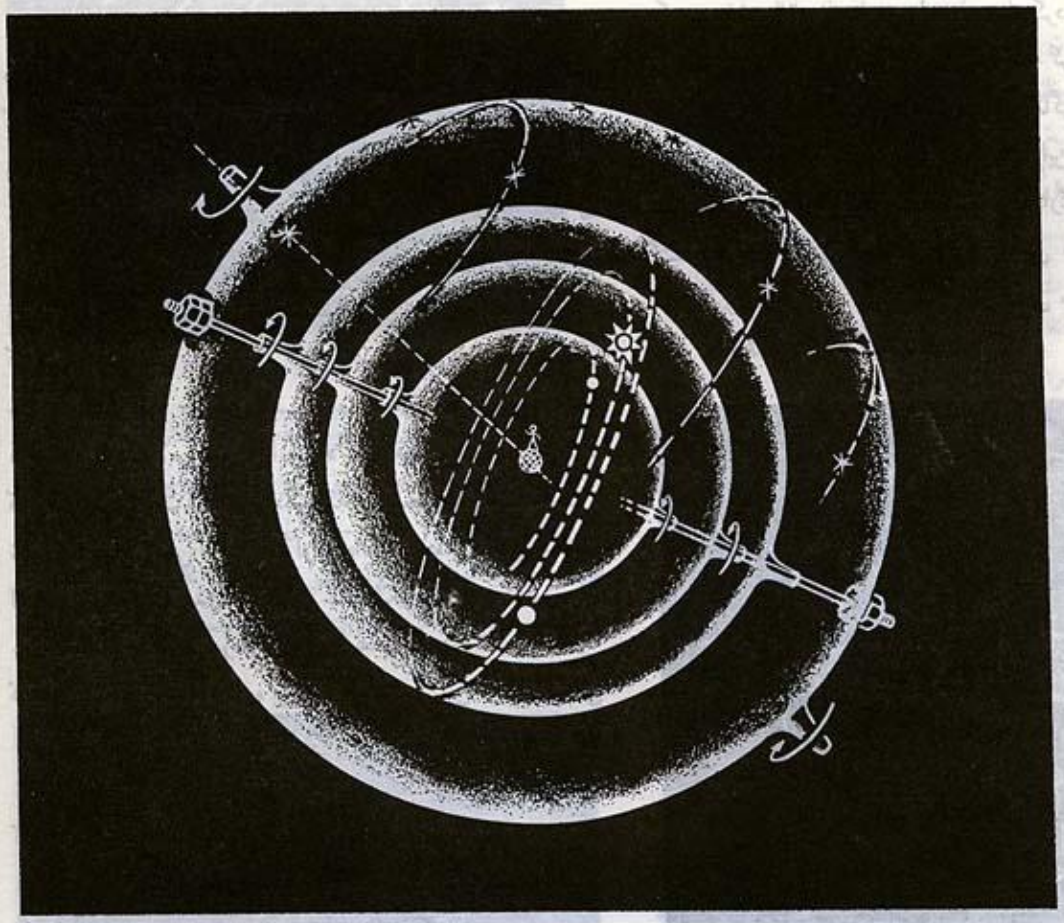
برخی از اعضای مکتب فیثاغورس معلوم کردند که می‌توان یک چرخش ۲۴ ساعتهٔ معمولی را متمایز کرد، به طوری که آنان در نظر گرفتند که کرهٔ بیرونی ستارگان همهٔ کره‌های درونی را با خود حمل می‌کند. سپس کره‌های درونی ناگزیر بودند درون کرهٔ بیرونی به آرامی به عقب بچرخند، و به این ترتیب خورشید، ماه و سیاره‌ها را در نوار منطقةالبروجِ ستارگان به عقب حمل کنند. هر کرهٔ درونی آهنگ حرکت خاص خودش را داشت. مثلاً خورشید هر یک سال یک گردش کامل می‌کرد، ماه هر یک ماه، ... مشتری هر دوازده سال ... .



شکل۳ تصور فیثاغورسی
در مکتب فیثاغورس قبول داشتند که زمین کروی است؛ و حرکت عمومی روزانهٔ ستارگان، خورشید، ماه، و سیاره‌ها، از حرکت آرام و رجوعی خورشید، و غیره در میان الگوی ستاره‌ای متمایز شد.

فیثاغورس اکتشافاتی را در هندسه انجام داد. با اینکه قضیهٔ «مربع وتر» او خیلی پیشتر از زمان وی هم دانسته شده بود، فیثاغورس نشان داد که چگونه می‌توان آن را نتیجه گرفت. او در توسعهٔ یکی از تئوریهای اعداد نیز تلاش کرد. فیثاغورس معتقد بود که «اعداد جوهر اشیا هستند»، و بنیاد همهٔ دانشهای طبیعی. پیروان مکتب فیثاغورس نیز به ویژگیهای ریاضی اعداد و استفادهٔ آنها در علم بسیار علاقه‌مند بودند. به همین سبب، فیثاغورس به مطالعهٔ ارزش رمزی اعداد پرداخت که خیلی پیش

از زمان او و زمانی طولانی پس از وی توجه انسانها را به خود جلب کرده بود. انسانهای نخستین، این عقیدهٔ خرافی را داشتند که اعداد تواناییهای جادویی سعد و نحس بودن را دارند، و امروزه نیز دانشمندان برجسته براساس «اعداد جادویی» دربارهٔ ساختار اتمها («اعداد جادویی» در فیزیک هسته‌ای مفیدند، و به همین دلیل قابل احترامند.) و عالم بحث می‌کنند. چنین موهوم پرستی فیثاغورسی بارها و بارها در توسعهٔ علم رخ می‌نمایاند. خشک مغزی آن را به عنوان یک صخرهٔ شیطانی که می‌تواند سفینهٔ علوم منطقی را در هم شکند، محکوم می‌کند، اما بسیاری از ما آن را به عنوان کمربند شناور سازی قبول داریم که می‌تواند تفکر



شکل ۴ سیستم کره‌های بلوری یونان باستان. (فیثاغورس)
(الف) قسمتی از سیستم نشاندهندهٔ کره‌های چرخان خورشید و دو سیاره، که به وسیلهٔ کرهٔ بیرونی ستاره‌ها که روزانه می‌چرخد، گردش می‌کند.

(ب) سیستم کره‌های بلوری یونان باستان
«برشی» از کل سیستم در صفحهٔ دایرةالبروج

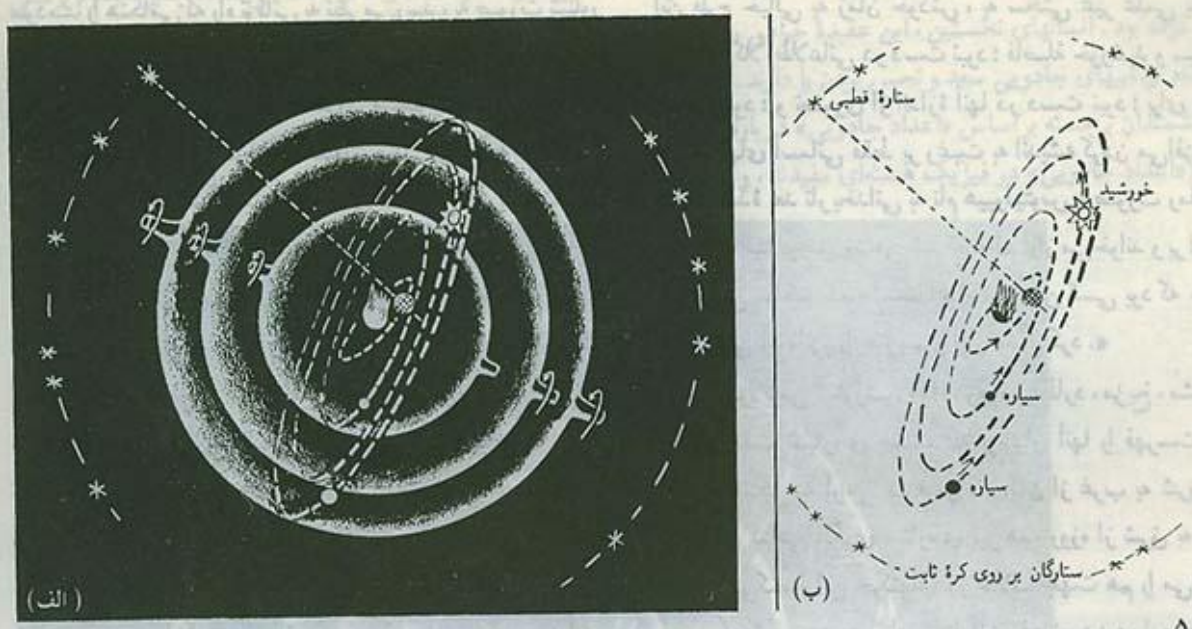
سودمند را هنگامی که راه توفانی به نظر می‌رسد، به صورت شناور نگه دارد. انسان عامی امروز به سختی می‌تواند میان موهوم پرستی سودمند ـ نظیر رؤیای الکترون مثبت یا «ضدّ ماده» ـ و مهمل‌گویی تمایز قائل شود. اما تفاوت میان این دو به حد کافی روشن است؛ دانشمند امروزی، حتی هنگامی که به بیشترین حد موهوم پرستی می‌کند، اصطلاحات کاملاً معینی را به کار می‌برد که در معنی آنها بین او و همقطارانش توافق وجود دارد؛ و او نه‌تنها در مورد پیشنهادها و آزمایشهایش بر تجربه اتکا می‌کند بلکه اصرار بر مطالعهٔ جدّی قابل اعتماد بودن شواهد تجربی دارد. آدم مهمل‌باف هم می‌تواند برای رسیدن به مقصود خود، تجربیاتی را بیان کند اما به دلیل انتخابی که از روی تعصب انجام داده است نمی‌تواند جلب اعتماد بکند. در واقع، نوعی همکاری میان دانشمندان وجود دارد تا اندیشه را در کانالهای معقولی هدایت کنند بی آنکه محدودیتی در تصور سودمند به وجود آید.

فیثاغورس دانشمندی عاقل بود. در توسعهٔ علم موسیقی ـ زمینهٔ خوبی که در آن می‌توان به جستجوی ویژگیهای اعداد پرداخت ـ او نسبتهای عددی ساده‌ای را به هماهنگهای موسیقی نسبت داد. ما امروزه به درستی این مطلب رسیده‌ایم: برای اینکه دو نُت با یک اکتاو فاصله، به طور کامل میزان باشند، باید فرکانسهای ارتعاشی به نسبت ۲ به ۱ داشته باشند؛ دو نت با یک‌پنجم فاصله نیز باید نسبت فرکانسهای ارتعاشی ۳ به ۲ داشته باشند. اگر طولهای متفاوت یک تار از چنگی چنان انتخاب شود که این فاصله‌های هماهنگ را بدهد، این دو طول نسبتهای یکسان دارند: برای یک اکتاو طولها ۲ به ۱ هستند، و برای یک پنجم نسبت آنها ۳ به ۲ است. نسبتهای سادهٔ دیگر مانند ۴ به ۳ احساس شنوایی خوش‌آیندی ایجاد می‌کنند، اما نسبتهای ناجور دیگری چون ۴/۳۲ به ۳/۱۷ ناهنجاری بسیار بدی در گوشهای ما که به وسیلهٔ نسلهای مختلف موسیقی کلاسیک تعلیم یافته‌اند، به‌وجود می‌آورد. این اندیشهٔ حکمروا کردن نسبتهای هماهنگ به اخترشناسی هم گسترش یافت. شاگردان مکتب فیثاغورس عقیده داشتند که کره‌های آسمانی بر طبق فاصله‌های موسیقی آراسته شده‌اند: یعنی اینکه اندازه و سرعت آنها با نسبتهای عددی ساده جور درمی‌آید. هر کره در گردش خود با حرکت خاص خودش یک نُت موسیقی می‌سازد. همهٔ سیستم کره‌ها یک هارمونی می‌سازند، که «موسیقی کرات» نام دارد و به وسیلهٔ انسان شنیده نمی‌شود، با این حال عده‌ای معتقد بودند که فیثاغورس خود توانایی شنیدن این موسیقی را دارد. حتی این طرح خیالی به زمان خودش، به سختی غیر علمی به نظر می‌آمد. کلاً اطلاعاتی در دست نبود؛ فاصلهٔ خورشید و سیاره‌ها نامعلوم بود؛ و تصوری از اندازهٔ آنها در دست نبود؛ برای همین هماهنگهای آسمانی فقط بر رغبت به اندیشه کردن می‌افزودند. هشت سدهٔ بعد تاریخدانی به نام هیپولیتوس به‌صورت رمانتیک نوشت: «فیثاغورس مدعی شد که عالم آواز می‌خواند و بر اساس هماهنگی ساخته شده است؛ و او نخستین کسی بود که حرکت هفت شئ آسمانی را به ریتم و آواز تبدیل کرد.»

فیلولائوس. خورشید، ماه، زهره، عطارد، مریخ، مشتری، زحل ـ هفت سیاره‌ای هستند که یونانیان آنها را فهرست کرده بودند ـ همگی به آرامی در *میان ستارگان* از غرب به شرق سیر می‌کنند. تمامی الگوی ستاره‌ای نیز همه روزه از شرق به غرب حرکت می‌کنند. این حرکتهای در خلاف جهت هم را می‌توان با فرض گردش زمین به جای ستارگان رفع نمود؛ در این صورت همه در یک جهت خواهند چرخید. یکی از شاگردان فیثاغورس به نام فیلولائوس چنین اندیشه‌ای را ثبت کرد: به جای اینکه زمین مرکز عالم باشد، آتشی مرکزی ـ «برج دیدبانی خدایان» ـ وجود دارد و زمین در مداری کوچک هر روز به دور این آتش می‌گردد؛ و قسمت مسکونی آن همواره رو به بیرون و دور از آتش است. این حرکت روزانهٔ زمین به دلیل حرکت ستارگان در آسمان است: کرهٔ بلورین بیرونی می‌تواند به حال سکون باشد. (بعضی از فیثاغورسیان پا را فراتر از این گذاشتند و مدعی شدند سیارهٔ دیگری بین زمین و آتش مرکزی وجود دارد. این سیارهٔ مقابل زمین نقاط متقابل زمین را از سوختن محافظت می‌کند ـ یا شاید آن خود نقطهٔ متقابل زمین باشد ـ و به این ترتیب تعداد کل اجسام آسمانی به عدد مقدس فیثاغورس، یعنی ده، رسید.)

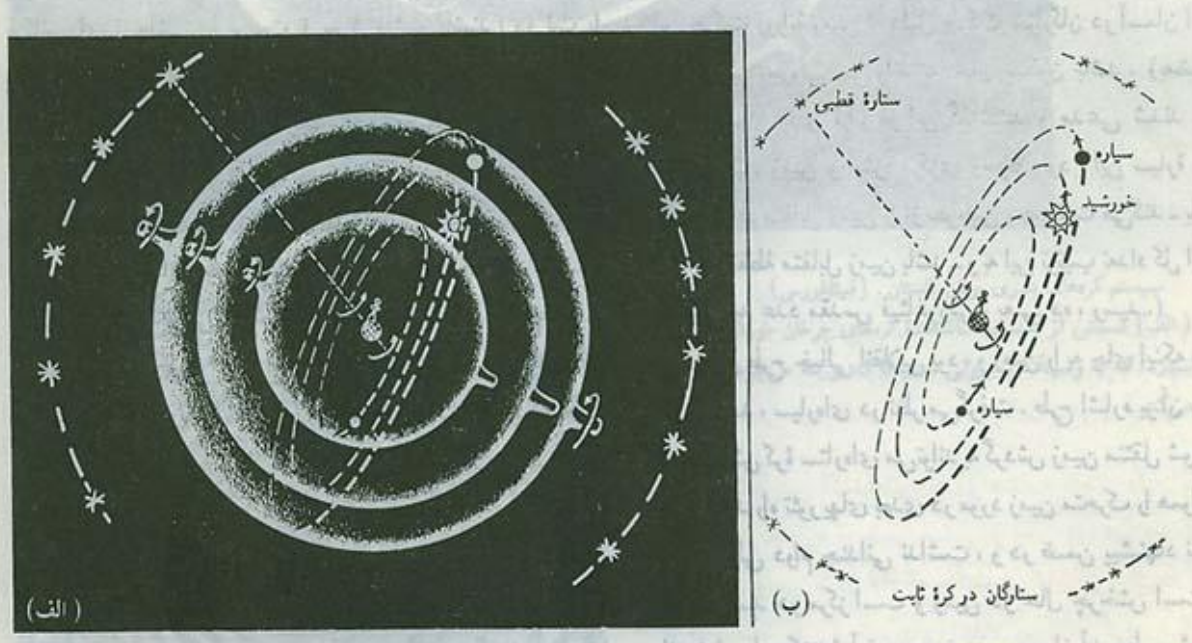
این طرح خیالی انقلابی بود، و زمین را به جای اینکه مرکزی الهی باشد، سیاره‌ای در نظر می‌گرفت. طرح اشاره بر آن داشت که چرخش کرهٔ ستاره‌ای می‌تواند به گردش زمین منتقل شود. این طرح شاید راه تئوریهای بعدی در مورد زمین متحرک را هموار کرده باشد. ولی دوام چندانی نداشت، و در ضمن پیشنهاد نمی‌کرد که خورشید در مرکز است و زمین در حال چرخش است. این اندیشهٔ ساده کنندهٔ آخری به زودی پس از آن مطرح شد، امّا هوادار چندانی نیافت.

فیثاغورسیان می‌دانستند که زمین گرد است. آنان عقیدهٔ خود را بر اصلی ساده (کره‌ها کامل هستند) و واقعیتهای عملی بنا نهاده بودند. آنها حرکتهای اجسام آسمان را با استفاده از طرحی



شکل۵

طرح فیلولائوس یکی از پیروان مکتب فیثاغورس، که زمین را چنان تصویر کرد که هر بیست و چهار ساعت یک مرتبه دور آتشی مرکزی گردش می‌کند. این به خاطر حرکت *روزانهٔ* ستارگان، خورشید، ماه و سیاره‌ها بود.
کره‌ها به آرامی در یک جهت می‌چرخیدند و ماه، خورشید، و سیاره‌ها را حمل می‌کردند.
(الف) نمای کره‌ها (ب) طرح مدارها.



شکل۶ آخرین تصور فیثاغورسی دربارهٔ عالم

حرکت زمین گرد چرخنده به خاطر حرکت روزانهٔ ستارگان، خورشید، ماه و سیاره‌ها بود. به این ترتیب کره‌هایی که با آرامی در یک جهت می‌چرخیدند، ماه را یک مرتبه در ماه، خورشید را یک مرتبه در سال، و هر سیاره را یک مرتبه در «سال» سیاره‌ای به‌طور کامل می‌گرداندند.
(الف) نمای کره‌هایی که خورشید و دو سیاره را حمل می‌کنند.
(ب) طرح مدارها.

ناهنجار ولی ساده توصیف کردند که در مقابل *قواعد* دقیقتر معمول که در بابل تکامل یافته بود می‌توانست *تئوری* خوانده شود. به عنوان ماشینی برای انجام پیشگویی، این نخستین سیستم یونانی چرخشهای یکنواخت به‌طور مأیوس‌کننده‌ای بی‌دقت بود؛ اما به عنوان چارچوبی از دانش واقعاً عالی بود: سیستم مورد بحث این احساس را ایجاد می‌کرد که طرح آسمانی اشیا دارای شعور است.

سقراط (حدود ۴۳۰ پیش از میلاد) فیلسوف بزرگی بود که از اندیشهٔ روشن با تعاریف دقیق پشتیبانی می‌کرد، و اختر شناسان را به خاطر گمانهای نامعقولشان محکوم می‌نمود. به این ترتیب احتمالاً او به اختر شناسی کمک کرد تا به صورت علمی استقرایی درآید و اندیشه‌هایش را از مشاهدات تجربی استخراج کند.

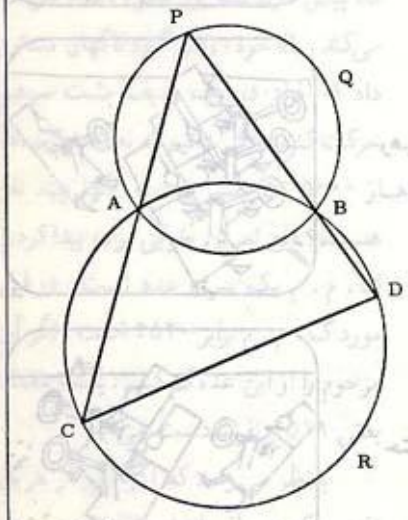
در همان زمان، دو فیلسوف، به نامهای دموکریتوس و *لئوکیپوس*، در حال بنا نهادن تئوری اتمها بودند تا ویژگیهای ماده و حتی ساختار عالم را توضیح دهند. آنان می‌پنداشتند که فکر ریز ریز شدن ماده به تکه‌های کوچکتر و کوچکتر تا بینهایت نامعقول است. باید اتمهای تفکیک ناپذیر سخت و ریزی وجود داشته باشند. با اینکه آنان هیچ گواه تجربی در این مورد نداشتند و تنها اندیشه‌ای موهوم در ذهنشان بود، اما طرحی از تئوری ذرات آتشین را ریختند که امروزه معنی دار به نظر می‌رسد. گفتن اینکه این تئوری اتمی یونانی، به صورتی که امروزه اطلاق می‌شود، پیشگویی شیمی اتمی دالتون در قرن نوزدهم بوده یک عرفان تاریخی پوچ است. این یک کشف علمی ۲۰۰۰ سال پیش از موعد خود نبود، بلکه اندیشه‌ای بزرگ بود که برای هدایت جریان تفکر علمی باید ۲۰۰۰ سال به انتظار می‌نشست. آنان امکان این را فراهم آوردند تا دربارهٔ اندیشهٔ اتمها به ژرفی فکر شود و گاه‌گاهی نیز در طول سده‌ها مورد استفاده قرار گیرد تا اینکه دانش شیمی سرانجام امکان طرح یک تئوری اتمی تجربی را در دویست سال اخیر داد. نوشته‌های دموکریتوس و لئوکیپوس گم شده است، اما شاعر لاتین، لوکرتیوس اندیشه‌های آنان را دو سدهٔ بعد در شعری با شکوه ثبت کرده است. او معتقد بود که «استدلال انسان را از وحشت خدایان می‌رهاند» ـ نثری شاعرانه از اندیشهٔ جدید «علم خرافه را مداوا می‌کند».

با این حال تئوری اتمی به طور مستقیم به اختر شناسی پیوند ندارد، تأکید آن بر وجود خلأ میان اتمها باعث شد که اندیشهٔ وجود فضای خالی میان اجسام آسمانی و ماورای آنها به آسانی پذیرفته شود ـ بر خلاف اندیشهٔ متداول یونانی که فضا محدود است و با اثیری نامرئی پر شده است.

مسابقه

در هر یک از شش شمارهٔ دورهٔ سوم انتشار گنجینه، یک مسابقه داریم. در هر یک از این مسابقه‌ها یک یا چند پرسش مطرح می‌شود. پاسخ مسابقهٔ هر شماره و نام همهٔ کسانی که به آن مسابقه پاسخ درست داده باشند، در مجلهٔ دو شمارهٔ بعد ارائه می‌شود. پس از معلوم شدن نتیجهٔ هر شش مسابقهٔ دورهٔ سوم، به سه نفر از کسانی که دستکم به چهار مسابقه پاسخ درست داده باشند جوایز ارزنده‌ای تقدیم خواهد شد.

مسئله



دو دایرهٔ Q و R را که یکدیگر را مطابق شکل در نقاط A و B قطع کرده‌اند در نظر می‌گیریم. نقطهٔ P را روی آن کمان از دایرهٔ Q که خارج از دایرهٔ R قرار دارد انتخاب می‌کنیم. نقطهٔ P را به‌نقاط A و B وصل می‌کنیم و امتداد می‌دهیم تا وتر CD از R به‌دست آید. ثابت کنید که طول CD همواره ثابت و مستقل از محل P روی دایرهٔ Q است.

توضیح: تاکنون پاسخ درستی برای مسابقهٔ شمارهٔ ۱۳ به دفتر مجله نرسیده است. با توجه به دشواری این مسابقه مهلت ارسال پاسخها را تا آخر آبان ماه ۱۳۷۲ تمدید می‌کنیم.

به‌نام خدا

در این شماره می‌خوانید:

	صفحهٔ
• تکنولوژی و پیامدهای زیست‌محیطی آن	۳
• روش‌های مختلف حل یک مسأله	۱۳
• پرسش و پاسخ	۱۸
• تاریخ اخترشناسی	۲۱
• آهان	۲۸
• خود را بیازمایید	۳۱
• انگشت‌نگاری ژنتیکی	۳۸
• جدول	۴۴
• منشأ رنگین‌کمان	۴۶
• بررسی روش دو خطا و جلوه‌های دیگر آن	۵۰
• آرسنیک ـ عنصر مرموز	۵۷
• اصطکاک غلتشی	۶۰
• مسئله‌ای از آنالیز ترکیبی	۶۱

گنجینه

مشترک می‌پذیرد

- ☐ برگ درخواست اشتراک و راهنمای اشتراک گنجینه را در صفحهٔ ۶۴ ببینید.
- ☐ پاسخ جدول شمارهٔ ۷ را در صفحهٔ ۳۷ ببینید.
- ☐ پاسخ جدول شمارهٔ ۸ را در صفحهٔ ۴۹ ببینید.
- ☐ مسابقهٔ این شماره را در صفحهٔ ۲۷ ببینید.

ضمن استقبال از همکاری علاقه‌مندانی که برای گنجینه مقاله ارسال می‌کنند، تقاضا می‌شود:

- همواره به هدفها و سطح علمی گروه خوانندگان توجه شود.
- مقاله اگر ترجمه است، همراه اصل مقاله، و اگر تألیفی است با ذکر منابع ارسال شود.
- مقاله با خط خوانا و بدون خط‌خوردگی نوشته شود و درصورت امکان با فهرستی از واژه‌های کلیدی و توضیحی از واژه‌های ناآشنا همراه باشد.

ضمناً، مقاله‌های ارسالی درصورتی که برای درج در مجله مناسب باشند، در فرصت مناسب چاپ می‌شوند، ولی هیچ مقاله‌ای بازپس فرستاده نمی‌شود.

روی جلد

گنجینه

مجلهٔ علوم پایه

هر دو ماه یک بار منتشر می‌شود.

سال سوم □ *شمارهٔ سوم* □ *مرداد و شهریور ۱۳۷۲*

□ مدیر مسئول : ایرج ضرغام

□ سرویراستار : مهران اخباریفر

□ ویراستاران این شماره : فروغ فرجود، مهندس محمد باقری، پرویز تاریخی

با همکاری گروهی از استادان و کارشناسان علوم پایه

□

کارهای هنری و آماده سازی برای چاپ از کارگاه فنّی و هنری مؤسسهٔ انتشارات فاطمی

زیر نظر فریدون جهانشاهی

□ مشاور هنری : مسعود سپهر

□ لیتوگرافی : نصر

□ چاپ و صحافی : چاپخانهٔ تقویم

□ ناظر چاپ : علیرضا رضانژاد

□

نقل مطالب این مجله، با اجازهٔ کتبی گنجینه، آزاد است.

□

نشانی : تهران، کُد پستی ۱۴۱۴۶، خیابان دکتر فاطمی، روبه‌روی سازمان آب، شمارهٔ ۱۵۹، طبقهٔ پنجم.

تلفن : ۶۵۴۷۷۰

رنگین‌کمان وقتی در آسمان ظاهر می‌شود که پس از تابش باران، خورشید بتابد.

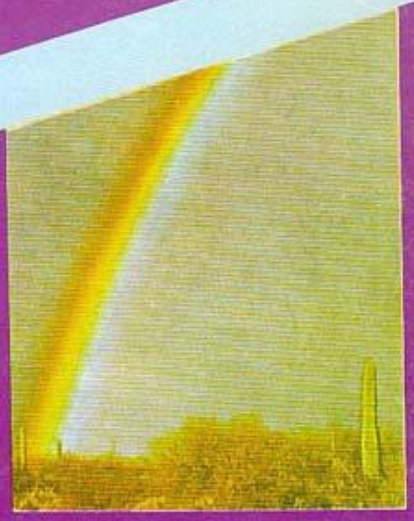
مقالهٔ *منشاء رنگین‌کمان* را ببینید.

تصویری خیالی از شهر نیویورک وقتی که یخهای قطبی بر اثر گرم شدن زیستکره از قطب شمال به سوی جنوب پیشروی کنند.

مقالهٔ *تکنولوژی و پیامدهای زیست‌محیطی آن* را ببینید.

گنجینه ۱۵

مجلهٔ علوم پایه



سال سوم □ شمارهٔ سوم □ هفتاد تومان

مرداد و شهریور ۱۳۷۲