

همیشه آنچه شناخته می‌شود با مشاهده و آزمایش است

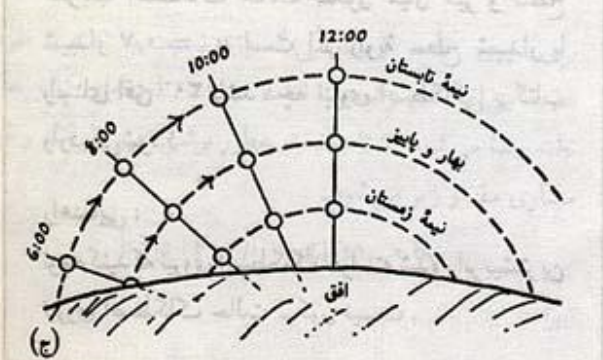
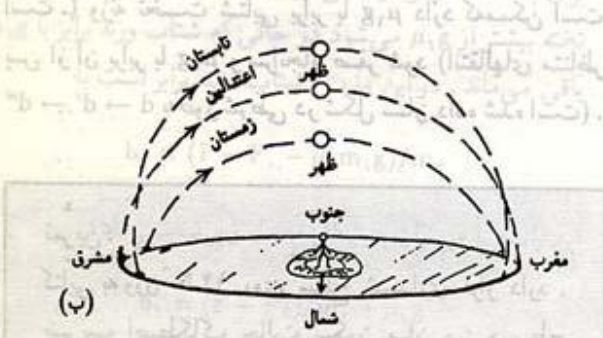
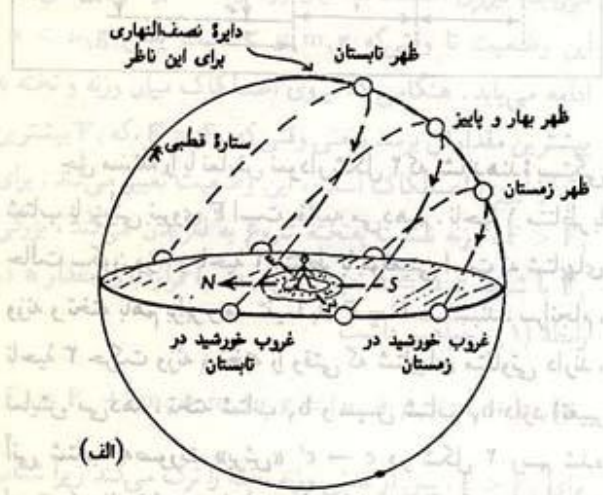
از کتاب *Physics for the Inquiring Mind*

نوشته Eric Rogers

ترجمه مهراڻ اخباریفر

این کتاب در مورد فیزیک است و در آن به روش علمی و نحوه کشف قوانین فیزیک پرداخته شده است. این کتاب برای دانش آموزان و علاقه مندان به فیزیک بسیار مفید است.

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



شکل ۱. مسیر خورشید در آسمان با فصل تغییر می‌کند.

# تاریخ اخترشناسی

## واقعیتها و پیشرفت اولیه واقعیتها

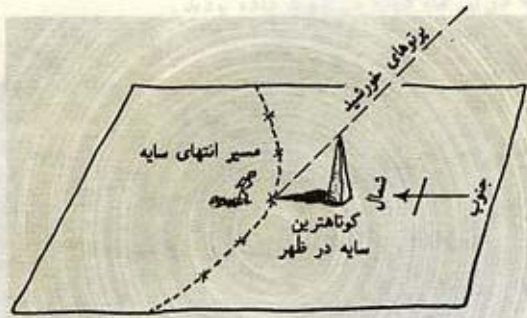
پیش از پرداختن به جریانهای بزرگ اندیشه که منجر به سازماندهی علم اخترشناسی شد، دانشی را که شما می‌توانید با نگاه کردن به آسمان به دست آورید مرور می‌کنیم. به یاد داشته باشید که انسانهای اولیه نیز به چنین دانشی دسترسی داشته‌اند. اگر در روستا یا شهرهای کوچک زندگی می‌کنید، حتماً با بیشتر آنچه خواهیم گفت آشنا هستید. ولی اگر در شهرهای بزرگ و پرجمعیت زندگی می‌کنید، احتمالاً مجبور خواهید بود که برای انجام این مشاهدات از شهر خارج شوید. خوب، اکنون وقت مشاهده است؛ بروید و ببینید.

## خورشید به‌عنوان نشانگر

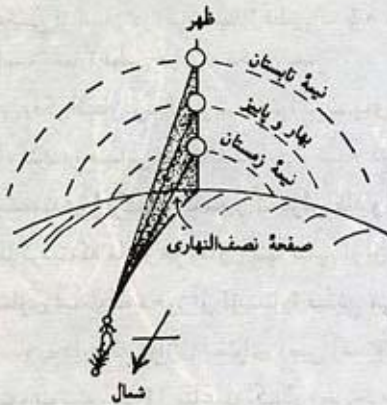
خورشید هر روز از افق شرقی سر برمی‌آورد، کمانی را طی می‌کند و هنگام ظهر به بالاترین نقطه مسیرش که اندکی متمایل به جنوب است می‌رسد و سرانجام در افق غربی ناپدید می‌شود. خورشید بزورتر از آن است که بتوان به‌دقت مشاهده‌اش کرد، ولی اگر تیری را به‌طور قائم در زمین فروکنیم، سایه واضحی از آن تشکیل می‌شود. هنگام ظهر، یعنی میانه روز بین طلوع و غروب خورشید، طول سایه تیر کوتاهترین مقدار را دارد و در همه روزهای سال در یک جهت، اندکی متمایل به شمال است. مواضع روز به روز خورشید ظهر هنگام، یک صفحه نصف‌النهار (= نیمروز) شمالی جنوبی را در آسمان نشانه‌گذاری می‌کند.

سایه‌ها در زمستان بلندترند، چون خورشید کمان پایتتری را از جنوب شرقی تا جنوب غربی می‌پیماید. در تابستان، این





شکل ۲. ظهر. سایه‌ای که نور خورشید از ستون قائم روی زمین افقی تشکیل می‌دهد، هنگام ظهر کوتاهترین طول را دارد.



شکل ۳. نصف‌النهار. خورشید ظهر هنگام در طرف جنوب (یا در طرف شمال) است. صفحه نصف‌النهاری صفحه‌ای قائم است که از مواضع خورشید به هنگام ظهر می‌گذرد.



شکل ۴. الگوی ستارگان می‌گردد.

کمان بالاتر است، سایه‌ها کوتاه‌ترند، و روز نیز کوتاه‌تر است. در وسط این دو حد، اعتدالین قرار دارند، که طول شب و روز یکسان است و خورشید در شرق طلوع و در غرب غروب می‌کند. در افریق - که از دید انسان اولیه، آخر جهان تختی بود که او در آن می‌زیست - طلوع خورشید نشانه‌ای بود در ناحیه‌ای شرقی، و محل دقیق طلوع خورشید نشانگر فصل بود. با استفاده از طول سایه‌ها در هنگام ظهر نیز می‌شد تقویمی تنظیم کرد. طول سایه تیری که در زمین فرورفته بود، ساعت نه چندان دقیقی را فراهم می‌کرد. این ساعت اگر چه ظهر را به دقت نشان می‌داد، ولی ساعت‌های دیگرش با فصل تغییر می‌کرد - تا نابعه‌ای به این فکر افتاد که تیر را به اندازه زاویه عرض جغرافیایی کج کند (تا موازی با محور زمین قرار گیرد)، و به این ترتیب، ساعت خورشیدی واقعی ساخته شد.

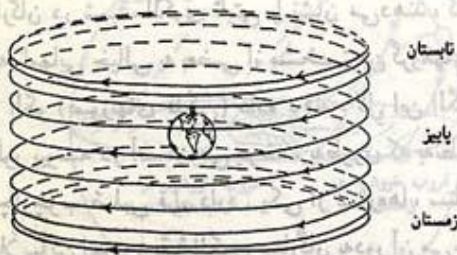
### ستارگان

ستارگان در شب، الگوی ثابتی را نشان می‌دهند، که تمدن‌های اولیه نام‌هایی خیالی به بعضی از مشخص‌ترین گروه‌های ستارگان این الگو (صورت‌های فلکی) داده بودند. کل این الگو هر شب به طور پیوسته در آسمان می‌چرخد، به طوری که به نظر می‌رسید بر چارچوب صلبی قرار دارد. یکی از ستاره‌ها، ستاره قطبی، عملاً ساکن است و بقیه الگوی ستارگان به دور آن می‌چرخد. اگر چند ساعت به ستارگان نگاه کنید، ستاره قطبی را در طرف شمال می‌بینید که ساکن است و ستارگان دیگر در دایره‌هایی به دور آن می‌چرخند. اگر دوربینی را با لنز باز به طرف آسمان بگیرید، می‌توانید از این دایره‌ها عکس بگیرید. این الگو سالها بدون تغییر قابل ملاحظه‌ای به همین ترتیب می‌گردد. اینها «ستارگان ثابت» هستند. (البته اگر می‌توانستید چندین قرن زندگی کنید، متوجه تغییراتی در شکل بعضی از صورت‌های فلکی می‌شدید؛ ستارگان نیز حرکت می‌کنند.) ستاره قطبی در طرف شمال، در صفحه نصف‌النهار شمالی جنوبی خورشید ظهر هنگام است. الگوی ستارگان با سرعت مطلقاً یکنواختی به دور آن می‌گردد. این حرکت ستارگان ساعتی در اختیار انسان اولیه قرار می‌داد، و ستاره قطبی راهنمای روشنی بود که جهت شمال را نشان می‌داد.

ساده‌ترین «توضیح» یا طرح توصیفی برای ستارگان این است که ستارگان به سطح داخلی کاسه‌ای بزرگ چسبیده‌اند و نور می‌تابند، و ما در مرکز این کاسه قرار داریم. این توضیحی بود که



اگر چه الگوی ستارگان شکل بدون تغییری دارد، ولی ما آن را در شبهای متوالی، در موضع یکسانی نمی بینیم. با گذشت فصول، بخشی از الگو که هنگام نیمه شب درست بالای سر ما است به طرف غرب جابه جا می شود و بخش دیگری جای آن را می گیرد. و چرخه این عمل یک سال طول می کشد. ستارگانی که یک ساعت پس از غروب خورشید طلوع می کنند، شب بعد، در غرب  $1^\circ$  پایتتر خواهند بود و چند دقیقه زودتر طلوع می کنند؛ و دو هفته بعد همسطح خورشید خواهند بود و هنگام غروب خورشید طلوع می کنند. بنابر این، کره سماوی در ۲۴ ساعت اندکی بیش از یک دور، یعنی  $360^\circ$  به علاوه حدود  $1^\circ$ ، می چرخد. خورشید در ۲۴ ساعت از ظهر تا ظهر یک دور کامل انجام می دهد. کره سماوی اندکی سریعتر از خورشید می چرخد و در نتیجه، کره سماوی و ستارگان در هر سال یک دور کامل بیشتر از خورشید دوران می کنند.



شکل ۷. دایره های ماریچی خورشید در نصف سال

### خورشید و ستارگان

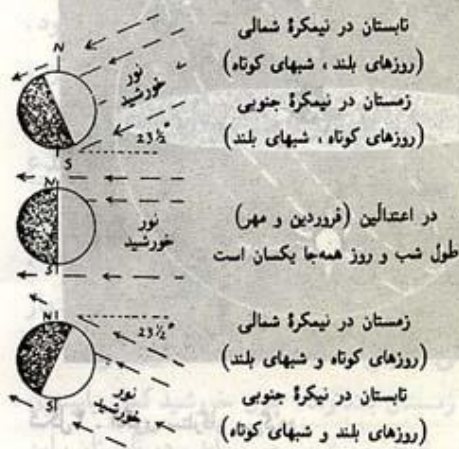
این تفاوت میان حرکت روزانه خورشید و حرکت ستارگان (که در واقع، ناشی از حرکت زمین در مدارش به دور خورشید است) واضح بود و این اندیشه به ذهن انسان می رسید که عاملی خاص و منحصر به فرد خورشید را به حرکت در می آورد. خدای خورشید در بسیاری از مذاهب ابتدایی نقشی اساسی پیدا کرد. مردم با مشاهده سایه ها، حرکت او را به دقت دنبال می کردند و با تنظیم سنگهای بزرگ در معابد، این حرکت را ثبت می کردند.

ما به جای اینکه بگوییم ستارگان در هر روز  $1^\circ$  «جلو» می افتد (مانند ساعتی که تند کار می کند)، حرکت ثابت ستارگان را مرجع فرض می کنیم، و می گوییم خورشید هر روز  $1^\circ$  عقب می افتد. می توانیم فرض کنیم که خورشید نیز مانند ستارگان دیگر به کره آسمانی چسبیده است؛ اما چون خورشید از ستارگان عقب می افتد، پس در جای خود روی کره ستارگان ثابت نیست، بلکه



شکل ۵. عکسی از آسمان در اطراف ستاره قطبی که با ۸ ساعت نوردهی گرفته شده است. ستاره قطبی در مرکز عکس است.

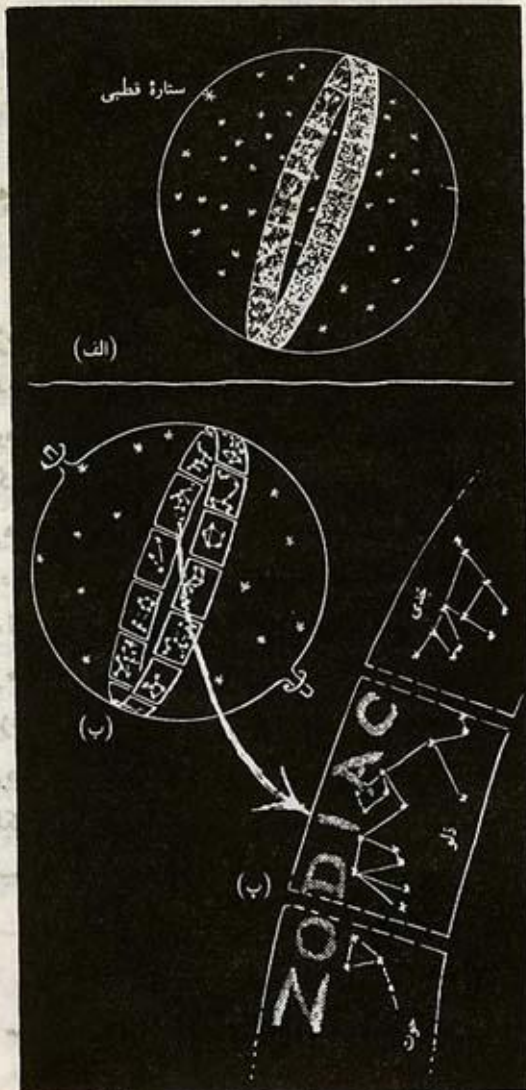
مدتها پیش به فکر انسان رسید، و شما هم اگر شبهای پی در پی به آسمان نگاه کنید، احساس می کنید که این توضیح درست است. سپس اندیشه مندی زیرک این کاسه را گسترش داد و آن را یک کره کامل در نظر گرفت که ما در هر زمان، تنها تیمی از آن را می بینیم. این کره سماوی است که محور آن از ستاره قطبی می گذرد و یک استوای سماوی دارد که موازی استوای زمین است. کره سماوی به طور ثابت و بیوسته، هر ۲۴ ساعت یک بار، می چرخد و ستارگان را نیز همراه خود حمل می کند. نور خورشید بسیار خیره کننده است و به همین سبب، به هنگام روز نمی توانیم ستارگان را ببینیم. ما تنها ستارگانی را می بینیم که هنگام شب در نیمکره سماوی بالای سر ما قرار داشته باشند، چون در این هنگام، خورشید در نیمکره سماوی دیگر در پایین است و مانع دید نمی شود. مسیر روزانه خورشید در آسمان نزدیک استوانه های سماوی است؛ اما در طول سال،  $23\frac{1}{2}^\circ$  به طرف شمال، در تابستان، و  $23\frac{1}{2}^\circ$  به طرف جنوب، در زمستان، منحرف می شود.



شکل ۶



که در آن ماه دیده می‌شوند داده بودند.



شکل ۹. منطقه البروج

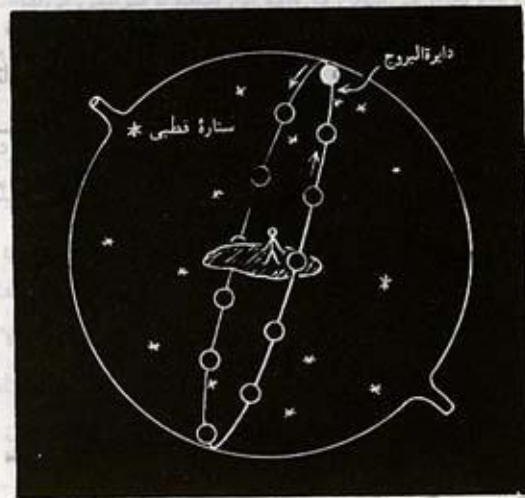
ماه

ماه بی شک به دور زمین می‌گردد و توسط خورشید روشن می‌شود. یک یا دو هفته ماه را نگاه کنید؛ هر بار فکر کنید که خورشید کجاست، و ببینید که آیا حدس شما نور ماه را توجیه می‌کند یا نه. ماه نیز همراه ستارگان در آسمان حرکت می‌کند، ولی حتی در یک شب، به اندازه قابل ملاحظه‌ای از ستارگان عقب می‌افتد. عقب افتادن ماه بسیار سریعتر از خورشید، یعنی  $90^\circ$  در هفته است؛ بنابراین، در هر ماه یک دور از الگوی ستارگان عقب می‌افتد. مسیر ماهانه آن حدود  $5^\circ$  از دایره البروج انحراف دارد؛ ولی به هر حال، در نوار پهن منطقه البروج است.

دور سطح داخلی کره به عقب می‌خزد، و هر سال یک مدار کامل را طی می‌کند. بنابراین، می‌توانیم حرکت خورشید را ترکیبی از دو حرکت فرض کنیم، حرکت روزانه آن همراه با ستارگان دیگر کره سماوی، و حرکت سالانه آن در الگوی ستارگان به طرف عقب.

### دایره البروج و منطقه البروج

جدا کردن حرکت سالانه خورشید از حرکت روزانه آن در آسمان همراه با الگوی ستارگان، یک اندیشه پیچیده و بخشی از یک تحلیل علمی است. وقتی که این اندیشه روشن شد، رسم نقشه مسیر سالانه خورشید در میان ستارگان کار آسانی بود. البته نه به طور مستقیم، چون نور خورشید در روز مانع دیدن ستارگان نزدیک آن می‌شود؛ بلکه با مراجعه به الگوی ثابت ستارگان در نیمه شب. مسیر سالانه خورشید استوای سماوی نیست، بلکه دایره کجی است که با استوای سماوی زاویه  $23/5^\circ$  می‌سازد. همین انحراف از استواست که سبب می‌شود مسیر روزانه خورشید در آسمان با فصول تغییر کند. در اعتدالین، مسیر سالانه خورشید از استوا می‌گذرد. کجی مسیر سالانه باعث می‌شود که مسیر روزانه خورشید در تابستان  $23/5^\circ$  در آسمان بالاتر و در زمستان  $23/5^\circ$  پایینتر باشد. این مسیر سالانه کج را دایره البروج می‌نامند.



شکل ۸. دایره البروج

خورشید همچنان که در طول سال روی دایره البروج حرکت می‌کند، هر سال در فصل معینی از میان یک صورت فلکی معین می‌گذرد. این کمر بند پهن از صورتهای فلکی که دایره البروج را در بر گرفته است منطقه البروج نامیده می‌شود. روحانیان منجم از مدتها پیش، نامهای خاصی به صورتهای فلکی منطقه البروج داده بودند. آنها برای هر ماه از سال، نامی به یک گروه از ستارگان



# گنجینه

## مشترک می پذیرد

صفحه

۳	• سخنی با خواننده
۴	• معادله جبری چهارضلعی کوز در حالت کلی و در حالت‌های ویژه
۹	• پورفیرینها: رنگدانه‌های زندگی
۱۱	• عدد سیرنشدگی
۱۲	• بلاریزاسیون نور
۱۵	• آهان!
۱۸	• برشش و پاسخ
۲۰	• حساب ذهنی، حساب سریع
۲۲	• گفتگو
۲۴	• خواص تناوبی در گروهی از نیم‌سازناهای متداول
۲۷	• قضیه نابلتون
۲۸	• جدول
۳۰	• ساختمان سلولهای یوکاریوتی
۳۸	• خواندنیها
۳۹	• مسابقه
۴۰	• یک مسئله و چند راه حل
۴۳	• خود را بیازمایید
۵۰	• نگاهی دوباره به یک مسئله
۵۲	• تاریخ اخترشناسی
۵۶	• فیزیک در زندگی روزمره
۵۹	• چند مسئله
۶۲	• از میان کتابهای تازه

□ برگ درخواست اشتراک و راهنمای

اشتراک گنجینه را در صفحه ۶۴

ببینید .

□ پاسخ جدولها و مسابقه‌های شماره

۱۰ و ۱۱ و ۱۲ همراه نام برندگان

در شماره ۱۴ (خرداد ۱۳۷۲) چاپ

خواهد شد .

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 خط خوردگی نوشته شود و در صورت امکان با فهرستی از واژه‌های کلیدی و توضیحی از واژه‌های ناآشنا همراه باشد.

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





آیا تاکنون پیش آمده است که از صدای غرغر درمی که خوب روغنکاری نشده است، ناراحت شوید؟ اما احتمالاً هیچ‌گاه متوجه نبوده‌اید که همان عاملی که سبب غرغر در می‌شود، نغمه‌های دل‌انگیزی از ویلون ایجاد می‌کند. بدون این عامل، استفاده از سازهای زهی ممکن نخواهد بود.

مقاله فیزیک در زندگی روزمره را ببینید.



آیا هیچ‌گاه شب هنگام در هوای پارک خارج از شهر به آسمان نگریده‌اید و از دیدن میلیونها ستاره درخشان لذت برده‌اید؟ پایه‌های علم اخترشناسی با چنین مشاهداتی توسط انسانهای اولیه بنا شده است.

مقاله تاریخ اخترشناسی را ببینید.

# گنجینه

مجله علوم پایه

هر دو ماه یک بار منتشر می‌شود.

سال سوم □ شماره اول □ فروردین و اردیبهشت ۱۳۷۲

□ مدیر مسئول: ایرج ضرغام

□ سرپرستار: مهران اخباریفر

□ ویراستاران این شماره: دکتر رضا فرزانی، 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 فنی و هنری مؤسسه انتشارات فاطمی

زیر نظر فریدون جهانشاهی

□ مشاور هنری: مسعود سپهر

□ لیتوگرافی: نصر

□ چاپ متن و صحافی: چاپخانه بهرام

□ چاپ جلد: چاپخانه گلدان

□ مشاور و ناظر چاپ: علیرضا رضانزاد

□

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

□

نشانی: تهران، کد پستی ۱۴۱۴۶، خیابان دکتر فاطمی،

روبه‌روی سازمان آب، شماره ۱۵۹، طبقه پنجم.

تلفن: ۶۵۴۷۷۰

محل فروش:

• کتابفروشیهای معتبر و روزنامه فروشیها

• مؤسسه انتشارات فاطمی، تهران، خیابان دکتر فاطمی،

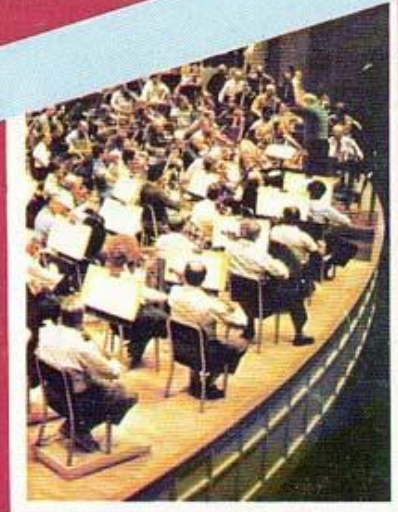
روبه‌روی سازمان آب، شماره ۱۵۹، طبقه دوم.

تلفن: ۶۵۱۴۲۲



# گنجینه

مجله علوم پایه



فروردین و اردیبهشت ۱۳۷۲

سال سوم □ شماره اول □ هفتاد تومان

