افکار سوم

استیون واینبرگ

ترجمه‌ی

جمیل آریایی

انتشارات مازیار

فهرست مطالب

آغاز سخن ۷

بخش اول: تاریخ علم

۱. سودمندی‌های اخترشناسی ۱۱

۲. هنر کشف ۲۱

۳. از رادرفورد تا برخورددهنده‌ی بزرگ هادرون ۲۷

۴. مدرسین و تحصیل کرده‌های خفته در زیر خاک تگزاس ۳۹

۵. پیدایش مدل‌های استاندارد ۴۳

۶. زمان‌های طولانی و زمان‌های کوتاه ۵۵

۷. نیم‌نگاهی به حال ــ تاریخ علم ویگ ۵۹

۸. تاریخ علم ویگ: یک مجادله ۶۹

بخش دوم: فیزیک و کیهان‌شناسی

۹. ذره‌ی بنیادی چیست؟ ۷۵

۱۰. جهانی که هنوز نمی‌شناسیم ۸۳

۱۱. تنوع تقارن‌ها ۹۵

۱۲. هیگز و ورای آن ۱۰۹

۱۳. چرا هیگز؟ ۱۱۵

۱۴. مشکل مکانیک کوانتومی ۱۱۹

بخش سوم: مطالب کلی

۱۵. اوباما و بودجه‌ی برنامه‌های فضایی ۱۳۷
۱۶. بحران‌های علم بزرگ ۱۴۱
۱۷. ناامیدی لیبرال‌ها ۱۵۵
۱۸. گریزگاه‌های مالیاتی را نبندیم ۱۵۹
۱۹. علیه پروازهای فضایی سرنشین‌دار ۱۶۳
۲۰ شک‌اندیشان و دانشمندان ۱۶۹

بخش چهارم: مطالب شخصی

۲۱. تغییر مسیر ۱۷۵
۲۲. نوشتن در باب علم ۱۷۷
۲۳. در باب خطا رفتن ۱۸۳
۲۴ پیشه‌ی علم و پیشه‌ی هنر ۱۸۵
۲۵. نیویورک به آستین، و برگشت ۲۰۱
نمایه ۲۰۵

سودمندی‌های اخترشناسی

این جستار هنگامی آغاز شد که من در عرشه‌ی کشتی سی کلاود، آنگاه که داشت دریای اژه را درمی‌نوردید، سخنرانی کردم. بیشتر مسافران دوستانی از آستین بودند که از اماکن دنیای باستان دیدن می‌کردند. ماهیت این سفر ایجاب می‌کرد داوطلب شوم تا عصرانه‌ای درباره‌ی موضوعی صحبت کنم که آن روزها ذهن مرا افسون کرده بود و آن اخترشناسی یونان بود.

چند سال پیش، همین سخنرانی را در مرکز هری رانسوم در آستین نیز ایراد کردم. این مرکز مجموعه‌ی زیبایی از آثار ادبی و هنری داشت، اما در آن چندان خبری از آثار علمی نبود. با این حال، این مرکز در ماه سپتامبر سال ۲۰۰۹ نمایشگاه بزرگی با عنوان «دنیاهای دیگر: آثار اخترشناختی کمیاب» ترتیب داد و در آن ویرایش‌های اصیلی از آثار کپرنیک و گالیله را به نمایش گذاشت. من آماتوری مشتاق به تاریخ علم بودم و خوشحال که از من می‌خواستند برای مراسم افتتاحیه‌ی نمایشگاه سخنرانی عصرانه‌ای ایراد کنم. شادمان بودم از این که می‌توانستم از برنامه‌ی بی‌فایده‌ی پروازهای سرنشین‌دار فضایی ناسا سخن بگویم.

پس از این سخنرانی، نسخه‌ای از آن را برای رابرت سیلورز فرستادم تا در نیویورک ریویو آو بوکس چاپ کند. این سخنرانی یک ماه بعد در روز ۲۲ اکتبر سال ۲۰۰۹ به چاپ رسید و در صفحه‌ی کناری آن یکی از پوسترهای نمایشگاه، گفتگوهایی در باب دو نظام عمده‌ی جهانی اثری از گالیله و عکس‌هایی از ارسطو، بطلمیوس، و کپرنیک به نمایش گذاشته شده بود. آنچه در زیر می‌آید، کم و بیش همان سخنرانی من است، جز این که اصلاحات کوچکی در آن انجام داده‌ام. همین سخنرانی من بود که بعدها مبنایی برای فصل ۶ کتاب تاریخ علم، تبیین جهان هستی شد.

چند سال پیش، تصمیم گرفتم مطالب بیشتری درباره‌ی تاریخ علم بیاموزم و از این‌رو طبیعی بود داوطلب شوم که تاریخ علم را تدریس کنم. داشتم مطالب

درسی‌ام را آماده می‌کردم که به واقعیت تکان‌دهنده‌ای برخوردم که می‌دیدم اخترشناسی دنیای باستان در مقایسه با دیگر علوم طبیعی، به درجه‌ی بالایی از دقت و پیچیدگی رسیده بود. یکی از دلایل آشکار آن، این است که پدیده‌های اخترشناختی قابل رؤیت را به مراتب ساده‌تر و راحت‌تر می‌توان مطالعه کرد تا پدیده‌هایی که روی زمین شاهد آن‌ها هستیم. باستانیان نمی‌دانستند که زمین و کره‌ی ماه و همه‌ی سیارات جملگی با آهنگ کم و بیش ثابتی گِرد محورشان می‌چرخند و تحت تأثیر تک نیروی غالبی به نام گرانش روی مدارهای‌شان حرکت می‌کنند. در نتیجه، تغییراتی که در آسمان دیده می‌شود ساده و دوره‌ای هستند: ماه به طور منظم طلوع و افول می‌کند، خورشید و ماه و ستارگان روزانه یک دور به گِرد قطب سماوی می‌چرخند، و خورشید هر سال مسیری را می‌پیماید که از میان صورفلکی یکسانی از ستارگان، یعنی ستارگان منطقه‌البروج، می‌گذرد.[1] در مقایسه با پدیده‌هایی که در روی زمین آن‌ها را می‌بینیم مثل پرواز پرندگان و جریان آب در رودخانه‌ها، این تغییرات دوره‌ای را حتی با ابزار ابتدایی نیز می‌توان با دقت ریاضی به مراتب بیشتری مطالعه کرد و پیشینیان ما همین کار را کرده‌اند.

دلیل دیگری هم هست که چرا اخترشناسی در دنیای باستان و قرون وسطا محبوبیت داشته است. اخترشناسی آن اندازه سودمند بود که فیزیک و زیست‌شناسی آن روزگاران نبودند. قبل از آغاز تاریخ نیز انسان‌ها می‌بایست از حرکت ظاهری خورشید، دست‌کم به عنوان ساعت تقریبی، تقویم، و قطب‌نما استفاده کرده باشند. این اعمال با کشف گنومن دقیق‌تر شدند که شاید از نخستین ابزار علمی باشد و یونانیان کشف آن را گاهی به آناکسیماندر و گاهی به بابلیان نسبت داده‌اند.

گنومن میله‌ی راستی است که آن را در قطعه زمینی روباز و تخت به طور قائم برپا می‌کنند تا پرتوهای خورشید بتوانند بر آن بتابند. هر زمان که در عرض روز، طول سایه‌ی گنومن کوتاه‌ترین باشد، آن زمان هنگام ظهر است. در هنگام ظهر، سایه‌ی گنومن همه جای عرض جغرافیایی یونان و مزوپوتامیا به سوی شمال است و از این‌رو می‌توان همه‌ی نقاط قطب‌نمای روی زمین اطراف گنومن را به دقت و به طور دائمی علامت‌گذاری کرد. با تماشای روز به روز زمان ظهر، می‌توان پی برد که چه روزهایی سایه‌ی ظهر کوتاه‌ترین یا بلندترین است. این روزها، انقلابین

۱. البته ستارگان در طول روز دیده نمی‌شوند، اما تعدادی از آن‌ها را درست پس از غروب خورشید، یعنی زمانی که مکان خورشید در آسمان هنوز پیداست می‌توان دید.

تابستانی یا زمستانی هستند. از طول سایه‌ی ظهر در انقلاب تابستانی می‌توان عرض جغرافیایی را حساب کرد. در بهار و تابستان، سایه‌ی غروب خورشید اندکی متمایل به جنوب شرق و در پائیز و زمستان متمایل به شمال شرق است. آنگاه که سایه‌ی غروب به سوی شرق نشانه رفته باشد، نقطه‌ی اعتدال بهاری یا پائیزی است.[1]

در حدود سال ۴۳۰ قبل از میلاد ائوکتمون اخترشناس آتنی که از گنومن به عنوان تقویم استفاده می‌کرد، به کشفی دست یافت که تا دو هزار سال سبب سردرگمی اخترشناسان شد و آن این بود که طول چهار فصل که آغاز و پایان‌شان را دقیقاً انقلابین و اعتدالین تعیین می‌کنند اندک اختلافی با هم دارند. با این کشف فرضیه‌ی حرکت خورشید به گرد زمین (یا زمین به گرد خورشید) با سرعت ثابت روی دایره‌ای به مرکز زمین باطل اعلام شد، چون اگر چنین می‌بود انقلابین و اعتدالین طول دقیقاً برابری می‌داشتند. این یکی از دلایلی بود که هیپارخوس از اهالی نیکا، بزرگترین اخترشناس رصدی دنیای باستان، در حدود سال ۱۵۰ قبل از میلاد لازم دید تا ایده‌ی دوایر مسیر را مطرح کند و در این ایده خورشید و سیارات روی دوایری قرار دارند که مراکزشان روی دوایری به گرد زمین می‌چرخند. سه قرن بعد کلاودیوس بطلمیوس همین ایده را مفید یافت و از آن استقبال کرد.

از آنجا که کپرنیک به مدارهای دایره‌ای پای‌بندی داشت، او نیز ایده‌ی دوایر مسیر را حفظ کرد. تا این که در نخستین سال‌های قرن هفدهم، یوهانس کپلر سرانجام توضیح داد هیپارخوس و بطلمیوس چه چیزی را به دوایر مسیر نسبت می‌دادند. مدار زمین به گرد خورشید، دایره نیست بلکه بیضی است؛ خورشید نه در مرکز بلکه در یکی از کانون‌های این بیضی جای دارد؛ سرعت دَوران زمین ثابت نیست و آنگاه که به خورشید نزدیک می‌شود سریع و آنگاه که از خورشید دور می‌شود کُند حرکت می‌کند.

از بابت سودمندی‌هایی که شرح داده‌ام، خورشید محدودیت‌های خود را دارد. البته از خورشید تنها در طول روز است که می‌توان استفاده کرد و زمان و جهت را گفت و پیش از کشف گنومن، حرکت سالانه‌ی خورشید تنها تقریبی

۱. گنومن با ساعت آفتابی فرق دارد، چون میله‌ای که در ساعت آفتابی سایه می‌اندازد قائم نیست بلکه تحت زاویه‌ای برافراشته شده است که سایه‌ی میله در طول هر روز از سال مسیر کم و بیش یکسانی را بپیماید. از این‌رو ساعت آفتابی به عنوان ساعت سودمند است و نه به عنوان تقویم.