رو به فردا

سوی تاریک عالم

ماده تاریک؛ نامزنی اما مؤثردرکهکشان‌ها

مصطفی روستایی

با کشف بوزون هیگز ممکن است وسوسه شویم و فکر کنیم که درنهایت تصویری کلی از جهان مادی به دست آورده‌ایم. تصویری که ما را احاطه کرده و تمام راز و رمزهای فیزیک ذرات حل شده است. خب این خیلی بعید بوده و کاملا برعکس است. می‌دانیم که مدل نظری اخیر، مدل استاندارد، تنها حدود پنج درصد از کل محتوای عالم را توضیح می‌دهد. بعضی از شما همین مسئلت پیش‌تر درباره ماده تاریک چیزهایی شنیده باشید؛ نوع سرآرامیزی از ماده که دیده نمی‌شود. اما ۲۷ درصد از کل عالم را تشکیل داده است. ذره قابل‌رؤیت - شما، من و هر چیزی که روی زمین، ستاره‌ها و کهکشان‌ها می‌توان دید- پنج درصد از کل عالم را تشکیل داده است. جطور می‌فهمیم که این ماده تاریک واقعا وجود دارد؟ شواهد و نشانه‌های وجود ماده تاریک را در زیر توضیح می‌دهم. قبل از صحبت درباره ماده تاریک، باید چند کلمه‌ای درمورد انرژی تاریک صحبت کنم. زیرا ۶۸ درصد از کل محتوای عالم را تشکیل می‌دهد؛ اما این بخش مختصر خواهد بود، زیرا نیاز شناخته‌شده نیست. در سال ۱۹۹۸، دو گروه تحقیقاتی مستقل، یکی به رهبری سول پرلموتر و دیگری به رهبری آدام رایس و برایان اشمیت، سرعت دورشدن کهکشان‌ها را از یکدیگر اندازه‌گیری کردند. هر دو گروه نهتنها انبساط عالم، بلکه سرعت این انبساط را مشاهده کردند. این کشف باعث شد آنها جایزه نوبل فیزیک را در سال ۲۰۱۱ از آن خود کنند. همان‌طورکه همه شما می‌دانید برای سرعت‌دادن، چه درمورد دوچرخه و چه درمورد ماشین، به انرژی نیاز است؛ بنابراین انرژی اخلاءهای که باعث سرعت‌بخشیدن به انبساط عالم می‌شود، از کجا می‌آید؟ کسی نمی‌داند. علاوه بر این، انرژی تاریک ماهیتی کاملا ناشناخته است. به‌خاطر هماهنگی با ماده تاریک آن را انرژی تاریک نامیده‌اند. در قسمت بعدی می‌بینیم که چطور دانشمندان پلانک - یک آزمایشگاه ماهواره‌ای که با آژانس فضایی اروپایی برتاب شد- فهمیدند ۶۸ درصد از محتوای عالم انرژی تاریک است.

ماده تاریک؛ نامزنی اما همه‌جا حاضر

فریتز زوئیکی، اخترشناس سوئیسی، اولین کسی بود که وجود ماده تاریک را در سال ۱۹۳۳ کشف کرد. او می‌خواست جرم خوشه کهکشانی -گروهی متشکل از صد کهکشان که توسط نیروی گرانشی به هم متصل شده‌اند- را با استفاده از دو روش مختلف اندازه‌گیری کند. او ابتدا جرم را می‌شوند به درخشندگی می‌چرخد. این مسئله می‌تواند مشاهده فقط زمانی رخ دهد که مقادیر زیادی از ذره غیرقابل مشاهده که کهکشان را برگرده است. حتی قبل از دورترین اجرام قابل‌رؤیت، گسترش یافته باشند. زوئیکی و او اولین کسی بود که به‌صورت کمی، وجود ماده تاریک را ثابت کرد. از آن زمان تا به امروز شواهد دیگری هم گردآوری شدند.

عدسی‌های گرانشی

عالم دارای مقدار قابل‌توجهی از نوعی ماده ناشناخته‌ای است که ماده تاریک نام دارد. آیا می‌توان وجود آن را با روشی ملموس‌تر از تخمین سرعت گردش ستارگان در کهکشان‌های مارپیچی آشکارسازی کرد؟ بله با عدسی‌های گرانشی - یکی از عالی‌ترین روش‌های برای آشکارسازی ماده تاریک-. می‌توان مسئله تاریک را آشکارسازی کرد. عدسی‌های گرانشی براساس این اصل کار می‌کنند که مقادیر زیادی از ماده -هم ذره قابل‌مشاهده و هم ماده تاریک- میدان‌های گرانشی قدرتمندی تولید می‌کنند. در عوض این میدان‌ها فضای اطراف خودشان را تغییر شکل می‌دهند و مسیرهای نور را اصلاح می‌کنند. تصور کنید که دو نقره دو سر یک روخنی را گرفته‌اند و شخص دیگری یک توپ پینگ‌پنگ را روی آن می‌اندازد. توپ در خط مستقیمی حرکت خواهد کرد و به‌مادی سطح روخنی را دنبال می‌کند. اما فرض کنید که شخصی جسم سنگین‌تری مانند توپ بیلیارد را وسط روخنی بیندازد. آیا‌که توپ پینگ‌پنگ مسیری منحنی را ترسیم خواهد کرد که روی سطح تغییرشکل‌داده روخنی ایجاد شده است. نور مانند توپ پینگ‌پنگ رفتار می‌کند. باید انحنای فضایی را دنبال کند که در آن منتشر می‌شود. فضایی خالی که هیچ مادهای درون آن نیست و مانند لایه محکمی از روخنی است. در این حالت، نور در خط مستقیم حرکت می‌کند. اما اجرام بزرگ‌تر از قبیل ستارگان، کهکشان‌ها و حباب یا کلوله بزرگی از ماده تاریک، همگی میدان جاذبه قدرتمندی تولید می‌کنند. فضای اطراف این اجرام سنگین/ پرجرم در [ساختارا] فضا تغییر شکل ایجاد کرده و نور در این فضای تغییرشکل‌یافته طی مسیر می‌کند. این همان اتفاقی است که زمان عبور از نزدیکی خورشید رخ می‌دهد. نور کمی منحرف می‌شود. ناظر در حال مشاهده نور یک ستاره که در پشت خورشید قرار گرفته، فکر می‌کند که این نور از شی، دیگری در مکان دیگری ساطع شده است.

حسن فتاحی

هنگامی که اخترشناسان به کمک تلسکوپ خودساخته‌ای را انجام می‌دهند، به خانه بازمی‌گردند. تلاشیشان را تجزیه‌وتحلیل می‌کنند و مقالاتشان را می‌نویسند. کاری که شبیه انداختن سنگی در اقیانوس علم است. برخی از سنگ‌ها آب را مواج می‌کنند و برخی دیگر نه. در طول دهه دوم ۱۹۹۰ اخترشناسان روی تاریخچه کهکشان‌ها کار می‌کردند و در حقیقت داشتند از نوک موج می‌گذشتند. اکنون ما در دره موج قرار داریم. آلما و جیمزوب تلسکوپ‌های آینده هستند. موج بعدی در کرانه‌های عالم قرار دارد.

پروفسور استیون ایلز
اخترشناس رصدی دانشگاه ویلز

کهکشان‌ها به‌عنوان آجرهای سازنده ساختمان عالم شناخته می‌شوند. اما رسیدن به این جمله و فهمیدن آن سفری هزارساله را در پی داشته است. این سفر از دالان هرچه بهترشدن تصاویر و ابزارهای نجومی عبور کرده است: چگونگی بهبود روش‌های دقیق‌تر و رصدگرتر. به‌ویژه با اتکا به روش‌های علمی و تکنیک‌های عکاسی و نیز تأثیر تکنیک‌ها و روش‌های طیف الکترومغناطیسی در طول‌موج‌های اپتیکی، رادیویی و پرتو ایکس. اخترشناسان چگونه تصاویر را دسته‌بندی و سازمان‌دهی می‌کنند؟ چگونه از دل تصاویر دانش نجوم را پیش می‌برند؟ نتیجهٔ همزمان با آنچه به ما می‌آموزند کاهی ما را گیج می‌کند و باورهای پیشین را نابود می‌کند و به‌این‌ترتیب است که علم پیش می‌رود. کهکشان‌ها اجرام‌های سازنده ساختمان بزرگ‌مقیاس عالم‌اند. آنها اجرام شگفت‌انگیز و به تعبیری جیمسا اجرامی خارق‌العاده‌اند برای کاوش عالم، مثلا و تحولشان. کتابی هم که در ادامه این مقاله معرفی خواهم کرد درباره کهکشان‌هاست و نقش بی‌بدیل تصاویر در هدایت اخترشناسان به شناخت ماهیت و طبیعت آنها. کهکشان‌ها توده‌های بسیار بزرگی از ساعه‌های متشکل از ستارگان و ابرهای گاز و غبار هستند. کهکشان‌ها با تعداد میلیاردها میلیارد عالم را اشغال کرده‌اند و با توجه به داده‌های اخیر کهکشان‌ها زمین-پلیه و مدارگرد با شیوای شبیه به بوریایی، تخمین زده می‌شود که ۲۰۰ میلیارد کهکشان در عالم قابل‌مشاهده وجود داشته باشد. ما انسان‌ها روی کره زمین در منظومه خورشیدی قابل‌مشاهده در راه شیری بخشی از این ۲۰۰ میلیارد کهکشان در عالم مشاهده‌پذیریم. کهکشان راه شیری ما شبیه قرص پیتزا دارد که در همه جهات گسترده شده و از این‌سوی آن تا سوی دیگرش صدهزار سال نوری است. کهکشان راه شیری ۲۰۰ میلیارد ستاره دارد و خورشید ما در فاصله‌ای ۲۷ هزار سال نوری از مرکز آن واقع شده است. مرکز کهکشان جایی است که گردابی بزرگ از ستارگان، گاز میان‌ستاره‌ای و غبار است. حدود صدسال پیش، در اواخر دهه ۱۹۱۰ و ۱۹۲۰ برای اخترشناسان دوباره همان‌دادنی‌ای رخ داد که پیش‌تر داده شده که نشان داد که کهکشان راه شیری ما یکی از بسیار ساعه‌های ستارهای غول‌پیکر است و تعداد قابل‌توجهی از «جهان‌های جزیره‌ای» مشابه در فواصلی بسیار دور از هم پراکنده شده‌اند. «سحابی» اشاره به چیزی بود که چشمان تیزبین از میان تلسکوپ‌ها در قرن گذشته می‌دیدند. سحابی‌ها به تعدادی از مقیاس میلیون در پهنه آسمان بودند و در شکل ظاهری‌شان بیچیدگی‌هایی مشهود بود. شکل آنها از حالتی شبیه به قرص کشیده شده تا ابنیاد بیضوی‌ها. همین تنوع سحابی‌ها بود که کلید حل سؤالات تحول کهکشان‌ها شد. نام سحابی‌ها به کهکشان تغییر یافت و وری به وری پژوهش‌های انجام‌شده شد. حتی در سال ۲۰۱۰ اخترشناسی به نام بارتوسیاک با تعبیرنام سحابی به کهکشان را به عنوان «روزی که نام را یافتیم» نام برد. از نخستین رصدهای سحابی‌ها از زمانی که این لکه‌های کف‌آلودکن شناخته شوند هزاران‌سال به درازا کشید. چرا زمین و کهکشان‌ها اجرام‌های سازنده‌اند؟ گشف کهکشان‌ها و اندازه‌گیری ویژگی‌هایشان درواقع راهی برای فهم بود، راهی سرشار از موانع گوناگون. گیج‌کنن، شک و تردید. کشمکش و درنهایت رسیدن به یک نقطه مشترک. زال- قد قو. پروفسور زهره رصدی در کتاب «پرده‌برداری از کهکشان‌ها» (UnveilingGalaxies: The Role of Images in Astronomical Discovery) که دانشگاه کمبریج در سال ۲۰۱۸ آن را منتشر کرده است. روایتگر این راه صبالعبور و سرگذشت به‌واقع نشانه‌اتکیز کهکشان‌هاست. او برای نشان‌دادن این راه چند جزء را کنار هم گذاشته و تصویری از روند تکاملی شناخت کهکشان‌ها ارائه می‌دهد: اهمیت دیدن با دقت. نقش به‌هم‌رسیدن‌گیج دیده می‌شود روی کاغذ و بعدتر ثبت آن روی صفحات عکاسی و پردازش تصاویر با تکنیک‌های رصدی نوین.

چرا تصاویر مهم‌اند؟

تصاویر به ما این امکان را می‌دهند تا چیزهایی را ببینیم، ثبت و توصیف کنیم. تصاویر می‌توانند بخشی از شواهد ما برای توصیف یک مفهوم یا اثبات وجود چیزی باشند. با داشتن تصاویر می‌توانیم تا حدی محتویات اجرام داخل تصویر را بشماریم. اندازه‌ای را به طور تقریبی حدس بزنیم. ویژگی‌هایش را و احیانا خاصیت‌هایش را حدس بزنیم. از منابع که تصاویر دیجیتالی شده‌اند یا به‌طورکلی از اطلاعات ریاضی می‌توانیم اطلاعات کلی مفهومی را از تصویر نجومی به دست آوریم. با دردست‌داشتن تعداد زیادی تصویر نجومی آنها را به اعم مقایسه کنیم و تفاوت‌ها و تغییرات آنها را دریابیم. دانشمندان تصویرگرند. آنها می‌آموزند تصویرکار اجرام بکنارند. پس با تکیه بر اصول مشاهده علمی دست به طبقه‌بندی می‌زنند. فرایند طبقه‌بندی غالبا کام مهم پیش از کشف است برای فهمیدن طبیعت کهکشان‌ها. برای اخترشناسان سحابی‌ها و کهکشان‌ها اجرامی هستند که فرایند مشاهده علمی برایشان کاربردی خیلی دارد. اطلس‌های کهکشانی درواقع محصول کنارهم‌گذاشتن تعداد زیادی تصاویر هستند که روندی منطقی و علمی بر آن حاکم است. اطلس‌های علمی با داشتن محتوای غنی، اما فشرده و موجز مانند چراغ دریایی هستند که در پهنه بیکران عالم و تنوع کهکشان‌ها اختشرناسان را راهبری می‌کنند. زال- ققه در این کتاب شرح داده است که چگونه و چرا در دهه‌های پیشین پهلوی هم گذاشته شدند. همچنین شرح می‌دهد که چگونه این کالری بزرگ تصاویر مرزهای ما را گسترش دادند. چگونه علم بشت کهکشان‌ها آشکار شد. چگونه تهیه اطلس‌های هرچه بهتر کهکشان‌ها منجر به پیشرفت و ساخت ادوات نجومی و عکاسی شد. اخترشناسان متن کتاب‌های علمی را می‌خوانند. اخترشناسان تصاویر را می‌خوانند. ایس دو جمله در کنار هم و در کتاب زال- ققه معنا پیدا می‌کند. به گفته قو تصاویر نجومی نه‌فقط حامل اطلاعات هستند؛ بلکه ابزاری هستند برای به‌اشتراک‌گذاشتن دانش پیچیده میان افراد. تصاویر نجومی همچنین حامل و انتقال‌دهنده زیبایی‌شناختی‌اند. آنها خالق حیرت و فهم عالم هستند. مجموعه تصاویر تلسکوب فضایی هابل نمونه بارزی از موفقیت چشمگیر تصاویر نجومی در پیشبرد علم است. رویکرد زال- ققه در تألیف کتاب همانند عملکرد یک پزشک بوده است: مطالعات و معاینات دقیق کهکشان‌ها، عوامل تأثیرگذار بر آنها و گزارش نتیجه. در این کتاب روند کار، اندیشه و تلاش‌های افرادی که در مطالعات کهکشان‌ها نقش داشته‌اند، ذکر شده است. از دانشجوئی که پروژه‌هایشان در راستای مطالعات کهکشان با ساخت ابزارهایی برای کمک به رصدخانه‌ها جهت تحقیقات کهکشانی بوده، نام برده شده است. زال- ققه با تعداد قابل‌توجهی رصدخانه و افراد در تماس بوده تا بتواند داستان کهکشان‌ها را هرچه بهتر نقل کند. او حتی با را فراتر گذاشته و با استفاده از تاریخ‌نگاران علم، انسان‌شناسی مبتنی بر جامعه‌شناسی و نیز دانش‌شناسی نشان می‌دهد که چرا شناخت کهکشان‌ها از زمانی که سحابی نامیده می‌شدند تا زمانی که ترکیب شیمیایی‌شان را کشف کرده‌ایم بیش از هزار سال به درازا کشیده است. زال- ققه در این کتاب بین نگارش یک متن علمی که دانشجویان رشته اخترفیزیک و کیهان‌شناسی درباره کهکشان‌ها نیاز دارند و دانشجویان تاریخ علم، یلی برقرار کرده است.

درباره سحابی

سحابی‌ها به طرز حیرت‌آوری دور هستند. مفهوم «سحابی» برای مدت‌های مدیدی کیچگشده و حتی آشوبناک بود. کوشش‌های متوالی هم برای تمایز سحابی‌ها از هم صورت گرفته بود. در مدت‌های مدیدی دو جیز برای اخترشناسان مبهم بود. طبقه‌بندی و تمایز سحابی‌ها و نیز تعیین مسافت‌شان. به نظر می‌رسید طبیعت سحابی چیزی خارج از قواعد علمی آن زمان بود. آیا آنها اجرام سیال کیهانی بودند؟ خوشه‌های ستاره‌ای، راری سرمهم بودند و یا تصویری خیالی در ذهن اخترشناس؟ اما امروزه سحابی‌ها را غالبا به دو معنی به کار می‌برند. ابرهایی از گاز و غبار پراکنده یا گسترده و کهکشان‌هایی به‌جز کهکشان خودمان. در حالت اول که ابرهای گاز و غبار است، همگی بخشی از محتویات درون کهکشان راه شیری هستند. تاکنده پیداست که ابرهای گاز و غبار در دیگر کهکشان‌ها هم وجود دارند که در فضای میان‌ستاره‌ای قرار دارند. سحابی‌های گسترده خود به دو دسته گسیلنی و بازتابی تقسیم می‌شوند. سحابی گسیلنی جایی است که اتم‌های گاز کیهانی بر اثر تغییر تراز الکترون‌ها یا ازدست‌دادن آن به‌وسیله ستارگان داغ پرجرم نور فرابنفش ساطع می‌کنند. سحابی‌های بازتابی اما بر اثر هم‌جواری با ستارگان نور آنها را بازتاب می‌کنند. امروزه آنچه را پیش‌تر سحابی می‌خاریم از کهکشانی می‌نامیدند. کهکشان می‌نامند. درواقع کهکشان‌ها در حالت کلی از میلیاردها ستاره، مقادیر عظیمی از ماده میان‌ستاره‌ای که اغلب به شکل سحابی گسترده دیده می‌شود و نیز ابرهای غبار تشکیل شده‌اند. تلاش‌هایی صورت گرفت تا تمام سحابی‌ها را به یک چتر واحد درآورند. اما نامموفق بود. تنوع انواع سحابی و فیزیک پشت آنها مانع از چنین کاری شد. اما نیوگون پیش و بلکه دورتر واژه سحابی رواج داشت و حتی امروز هم بعال اخترشناسی که در کرشف اسطلام عالم کاری بزرگ برداشت، واژه سحابی را به کار می‌برد و با بکاربردن واژه کهکشان اجتناب می‌کرد.

محتوا و ساختار کتاب

زال- ققه کوتاب را به سه بخش اصلی تقسیم کرده است:

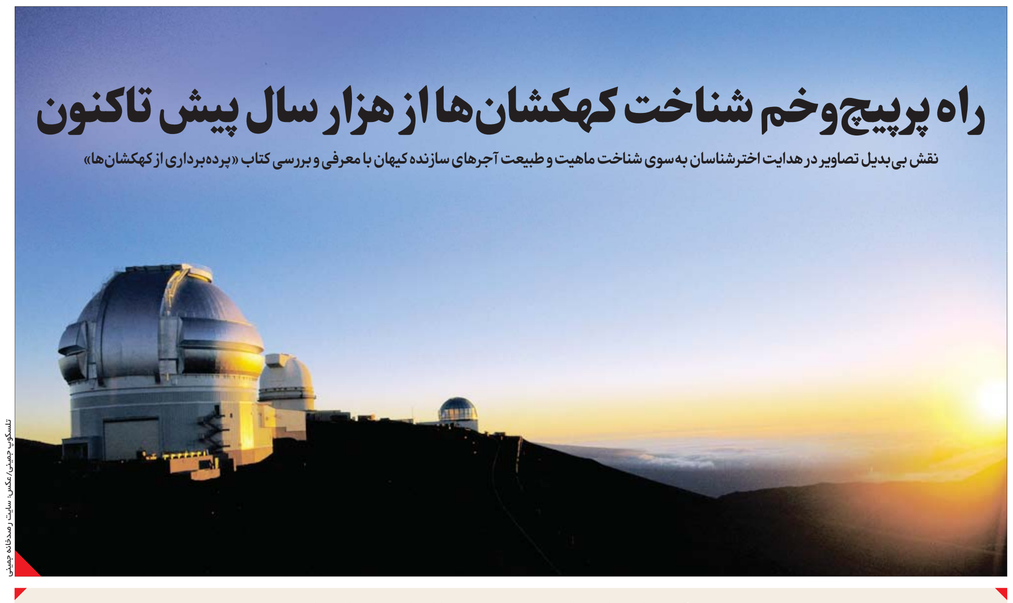
۱- تصاویر و کیهان

۲- تصاویر نجومی به‌مثابه موتورهای کشف کهکشان‌ها

۳- سازمان‌دهی جهان کهکشان‌ها

● **بخش اول درباره تصاویر کیهانی سخن می‌گوید.** فصل اول با عنوان «دیدن مه آسمانی» با این سؤال شروع می‌شود که آیا اساسا می‌توان کهکشان‌ها را با چشم غیرمسلح دید؟ در پی پاسخ این سؤال به عصر کارولین هرشل و برادرش ویلیام هرشل بازمی‌گردیم و کارهای این خواهر و برادر منجم را مرور می‌کند. نویسنده در بخش بعدی در رصدکران را به گذشته‌های دورتر اجرام می‌دهد و به زمانی می‌رسد که قالبه از پشت تلسکوپ به آسمان بالای سرش نگاه می‌کند. در این فصل دو تصویر قوق‌العاده از خوشه کهکشانی در صورت فلکی کیسو و مجود دارد. یکی متعلق به اخترشناس عبرت‌های‌ای که از پشت تلسکوپ ۲۵ سانتی‌متری کوچکش ساخته‌شده می‌کند و دیگری دیوری متعلق به هم خوشه کهکشانی با تلسکوپی حرفه‌ای در آریزونای آمریکا. تصویر اول درواقع چیزی بود که اخترشناسان حرفه‌ای یک سده پیش قبل‌تر مشاهده می‌کردند و تصویر دوم چیزی است که اخترشناسان حرفه‌ای امروز مشاهده می‌کنند. زال- ققه در همان ابتدای کار نشان می‌دهد تیزبینی و فهم عملی اخترشناسان در هر دو تصویر کارکرد بهم است. عنوان فصل دوم «به‌تصویرگشیدن گرداب کیهانی» است. جان کلام این فصل چنین است که اخترشناسان و رصدکران در تلاش بودند آنچه را می‌بینند با دقتی قابل‌قبول به تصویر بکشند. او از اخترشناس به نام هرمندان طبیعت عالم نام می‌برد. در این برهه از زمان خیال و دقت عناصر مهمی بودند. یکسی از تصاویر مهم این فصل مربوط به لکه‌های خورشیدی است که در سال ۱۸۵۹ کشیده شده است. با تصویر بسیار مهم دیگری که توسط ویلیام هرشل کشیده شده و سحابی‌های متعددی را نشان می‌دهد. با یک دقت در این تصویر به‌راحتی می‌توان به اوج دقت رصدکری ویلیام هرشل پی برد. فصل سوم کتاب عنوانی طولانی دارد: «از عکس‌های فوری سماوی تا بسیاردرای از قلمرو کهکشان‌ها» که به دو زیربخش تقسیم شده است. زیربخش اول به عکس‌برداری از سحابی پرداخته که زال- ققه از آن به‌عنوان بیسنتزی عکاسی از اجرام سماوی یاد کرده و دیگری نجوم به دانشگاه انتاریوی غربی رفت و به ترتیبی در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۷۳ دکترای خود را دریافت کرد. زال- ققه قو از همان ابتدای دهه ۷۰ میلادی و پیش از تحقیقات گسترده‌اش درباره سحابی‌های خورشیدی، مطالعاتش را درباره بادهای خورشیدی آغاز کرد. قو یک سال را در رصدخانه خورشیدی ساکرامنتو واقع در نیومکزیکو سپری کرد تا داده لازم برای پایان‌نامه دکترایش را جمع‌آوری کند. به سال ۱۹۷۳ و بعد از اتمام دکترا به سمت محقق یساد‌کترا زال- ققه به مؤسسه فناوری کالیفرنیا، کلتک، پیوست تا روی زمانه‌های خورشیدی پرتو ایکس کار کند. در پی آن یک سال دیگر را هم با تمرکز بر زمانه‌های خورشیدی پرتو ایکس در آزمایشگاه تحقیقات فیزیکی متعلق به دانشگاه اوترپخت هلند سپری کرد. به سال ۱۹۷۵ با کوله‌باری از تجربه به کانادا بازگشت و در انستیتو اخترفیزیک هنرسبروک که همان سال تأسیس شده بود به تحقیقات درباره خورشید و رادیوهای خورشید رادیویی، مرئی و ایکس ادامه داد. به سال ۱۹۷۷ فراهمای بزرگی را درباره برخورد شهاب‌سنگی بزرگ به زمین و نابودی دایناسورها ترتیب داد. در همان سال بود که به دانشگاه لاوال در کبک پیوست. زال- ققه‌قو از اعضا و بنیان‌گذاران رصدخانه مونت مکانتیک است که به سال ۱۹۷۸ با حضور او و دیگر اخترشناسان افتتاح شد. با گذشت سال‌های دهه ۷۰ او بیشتر وری محیط میان‌ستاره‌ای متمرکز شد و از تحقیقات روی خورشید فاصله گرفت. در سال ۱۹۸۲ زال- ققه توانستن کتابش را به زبان فرانسوی، با عنوان «اخترشناسی و تاریخ آن» منتشر کند. در همان سال او همراه دو سحابی‌ها و توصیف فیزیک‌شان به تهیه تصویر از تابش زمینه کیهانی رسیدند و توصیف رفتار ماهر. تصاویر حالبی در این فصل به چشم می‌خورد. مثلا تصویری که ماکس ولف به سال ۱۹۰۸ یعنی بیش از صد سال قبل کشیده و تلاش کرده سحابی‌ها را طبقه‌بندی کند.

● **بخش دوم کتاب با عنوان تصاویر نجومی به‌مثابه شکست کهکشان‌ها است.** این بخش با فصل پنجم با سرفصل «سفری هزارساله» و جمله‌ای از اخترشناس شهیر رصدی، اون سندیج، مزین می‌شود. در این فصل با نام‌های بزرگی آشنا می‌شویم که برای اخترشناسان امروزی ناآشنا نیستند. برای مثال وسلو اسلیفر که در استفاده از طیف‌سنجی در نجوم بی‌مانند بود. آن سندیج، هارلو شپلی، ژولیوس شایبر، ارنست اوپیک و نیز بناوی نامور نجوم هنریتا لویت. این فصل نشان می‌دهد که چگونه اخترشناسان قهمیدند سحابی‌ها اجرامی خارج از منظومه شمسی هستند. یکی از تصاویر مهم این فصل نمودار سرعت-مسافت ادوین هابل است که در سال ۱۹۲۹ سنگ بنای نظریه انبساط عالم شد. آنچه را که این فصل در پی دانسته‌های چهار فصل پیشین به خوانند به باید می‌دهد، می‌توان در پاراگراف پایانی همین فصل به‌خوبی قهمید. زال- ققه در پاراگراف پایانی فصل پنجم این‌گونه نوشته است: «در صد سال گذشته اخترشناسان با کشف و تبیین ساختار کهکشان‌ها در عالم در حال انبساط و نیز با پدیده‌داری از نوع جدیدی از انرژی، موسوم به انرژی تاریک، با پدیده‌گیری و ارائه ابزارهای جدید توانستند به تصویر آن مجموعه از اعداد حتی دست یابند». این فصل با این پرسش اساسی شروع می‌شود که با درنظرگرفتن فیزیک سحابی‌ها با دارخود تصاویر سحابی‌ها چه چیزی را به ما می‌آموزد. این فصل نشان می‌دهد که با چه رویکردی اخترشناسان از تهیه تصویر



تلسکوپ مونتین، کانادا، رصدخانه مونتین

راه پرپیچ‌وخم شناخت کهکشان‌ها از هزار سال پیش تاکنون

نقش بی‌بدیل تصاویر در هدایت اخترشناسان به‌سوی شناخت ماهیت و طبیعت آجرهای سازنده کیهان با معرفی و بررسی کتاب «پرده‌برداری از کهکشان‌ها»

رصدگری از زبانه‌های خورشیدی تا کرانه‌های کیهان

جدول کهکشان‌ها

نمودار هابل‌همچنین کهکشان‌ها هابل

تصاویر متعددی از انواع کهکشان‌ها، از گوشه به گوشه آسمان، دیده می‌شوند

چرخه‌واری از کهکشان، از نقشه‌ی که موقعیت زمین را هم نشان می‌دهد

زال- ققه قو، اخترشناس متولد ۱۹۴۳ در ایالت کیبک کانادا است. او درجه کارشناسی فیزیک خود را به سال ۱۹۶۹ از دانشگاه مونترال کبک دریافت کرد. سپس برای اخذ درجه کارشناسی‌ارشد و دکتری نجوم به دانشگاه انتاریوی غربی رفت و به ترتیبی در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۷۳ دکترای خود را دریافت کرد. زال- ققه قو از همان ابتدای دهه ۷۰ میلادی و پیش از تحقیقات گسترده‌اش درباره سحابی‌های خورشیدی، مطالعاتش را درباره بادهای خورشیدی آغاز کرد. قو یک سال را در رصدخانه خورشیدی ساکرامنتو واقع در نیومکزیکو سپری کرد تا داده لازم برای پایان‌نامه دکترایش را جمع‌آوری کند. به سال ۱۹۷۳ و بعد از اتمام دکترا به سمت محقق یساد‌کترا زال- ققه قو به مؤسسه فناوری کالیفرنیا، کلتک، پیوست تا روی زمانه‌های خورشیدی پرتو ایکس کار کند. در پی آن یک سال دیگر را هم با تمرکز بر زمانه‌های خورشیدی پرتو ایکس در آزمایشگاه تحقیقات فیزیکی متعلق به دانشگاه اوترپخت هلند سپری کرد. به سال ۱۹۷۵ با کوله‌باری از تجربه به کانادا بازگشت و در انستیتو اخترفیزیک هنرسبروک که همان سال تأسیس شده بود به تحقیقات درباره خورشید و رادیوهای خورشید رادیویی، مرئی و ایکس ادامه داد. به سال ۱۹۷۷ فراهمایی بزرگی را درباره برخورد شهاب‌سنگی بزرگ به زمین و نابودی دایناسورها ترتیب داد. در همان سال بود که به دانشگاه لاوال در کبک پیوست. زال- ققه‌قو از اعضا و بنیان‌گذاران رصدخانه مونت مکانتیک است که به سال ۱۹۷۸ با حضور او و دیگر اخترشناسان افتتاح شد. با گذشت سال‌های دهه ۷۰ او بیشتر وری محیط میان‌ستاره‌ای متمرکز شد و از تحقیقات روی خورشید فاصله گرفت. در سال ۱۹۸۲ زال- ققه توانستن کتابش را به زبان فرانسوی، با عنوان «اخترشناسی و تاریخ آن» منتشر کند. در همان سال او همراه دو همکارش ابزاری جدید را برای رصدخانه مونت مکانتیک طراحی کردند. زال- ققه قو در تمام سال‌هایی که استاد دانشگاه لاوال بود سرپرستی پایان‌نامه دانشجویان تجهم را بر عهده داشت و با اشتیاق فراوان به تحقیق و تدریس تجهم می‌پرداخت. در سال ۱۹۹۲ زال- ققه قو که حالا دبیر اخترشناسی شهر شده بود و درجه استاد تمامی تجهم را داشت به طرح بزرگ رصدخانه جمینی پیوست. طرحی بلندپروازانه که ساخت دو تلسکوپ غول‌پیکر را در جهان برعهده داشت. یکی از تلسکوپ‌ها در نیمکره شمالی واقع در هاوایی بود و دیگر در نیمکره جنوبی واقع در شیلی. در سال ۱۹۹۸ پروفسور زال- ققه موفقانه به ریاست این طرح مهم علم در توسعه تمدن‌ها و فرهنگ‌ها پرداخته بود. زال- ققه قو در سال ۲۰۰۰ دانشگاه لاوال را به مقصد سمتی مهم ترک کرد. او به مدیریت و نیز به سمت رئیس علمی رصدخانه جمینی برگزیده شد؛ هم شعبه رصدخانه هاوایی جمینی و هم شعبه رصدخانه شیلی جمینی. در کارنامه کاری زال- ققه قو همکاری‌های علمی گسترده با بنیاد ملی علوم و نیز مؤسسه تکنولوژی فضایی هابل وجود دارد. مؤسسه مذکور همین جای است که کیهان‌شناس شاخص کشورمان، استاد بهرام میشو، مدیریت آنجا را بر عهده داشتند. زال- ققه امروز بعد از نیوگون فعالیت علمی رسمی بازنشسته شده است. اما کماکان به تحقیقات علمی درباره ترکیب شیمیایی کهکشان‌ها و تشکیل ستارگان پرجرم ادامه می‌دهد. در کنار کارهای پژوهشی درحوه یک، او اخترشناسی قلمبه‌ریست نیز هست و تاکنون چندین کتاب به زبان فرانسوی و انگلیسی تألیف کرده است. از کتاب‌های مشهور او می‌توان به «پرسش و پاسخ نجومی؛ راهنمای نجوم» اشاره کرد که انتشارات دانشگاه کمبریج، همچون کتاب مورد بحث مقاله حاضر با کاغذ و صحافی عالی و تعاریفی برای کرانه است. زال- ققه درحال‌حاضر مشغول تألیف کتابی درباره امواج گرانشی و نحوه رصد آنهاست. او همچنین در برنامه‌های رادیویی و تلویزیونی کانادا برنامه‌های علمی برای عموم مردم برگزار می‌کند. او اخترشناسی سخاوتمند است که در بسیاری از موارد به نویسنده مقاله حاضر کمک‌های شایانی کرده و از علاقه‌مندان به تاریخ ایران است.

فلاش‌های نو

۳ انقلاب در مطالعات کهکشانی

ابزارهای جدید رازسرب‌مهرکهکشان‌ها را بازمی‌کنند

سحر سرگلزایی

در سال ۱۹۹۶ در زمینه تحقیقات و پژوهش‌های اخترفیزیک فراکهکشانی انقلابی بدید آمد. برای برخی اخترشناسان این انقلاب علمی این‌گونه است که وقتی هر روز یک مقاله جدید در حوزه پژوهشی کهکشان‌ها منتشر می‌شود، حس ناملموسی به آنها دست می‌دهد. علت این تحول سه پیشرفت تکنولوژیکی است. اولین آنها دوربین‌های CCD است. هنگامی‌که اولین نوع از دوربین‌های CCD ساخته شدند، اواخر دهه ۷۰ میلادی بود. آن زمان این دوربین‌ها دهها هزار دلار قیمت داشتند. امروزه در کشورهایی با ثبات اقتصادی شاید بتوان یک CCD را دوربین دیجیتال را با قیمتی در حدود صد دلار خرید. زیبایی دوربین‌های CCD برای اخترشناسان آسیب‌آنهاست. حتی حساس‌ترین صفحات فتوگرافیکی تنها در حدود یکی از ۲۰ فوتون نوری را که در آن فرود می‌آید، آشکار می‌کنند؛ اما یک دوربین CCD تقریبا همه فوتون‌ها را آشکارسازی می‌کند. هنگامی‌که اولین دوربین‌های CCD روی تلسکوپ‌ها نصب شدند، به طور موثری توانایی جمع‌آوری نور هر تلسکوپ را با ضریبی از ۱۰-۱۰ افزایش دادند؛ مانند با ساختن تلسکوپ‌هایی با آینه‌هایی ۱۰ بار بزرگ‌تر. دومین پیشرفت، ساخت تلسکوپ‌های بزرگ‌تر است. وقتی کسی دوربینی دارد که تمام فوتون‌ها را آشکار خواهد کرد، تنها روش دستیابی به تصاویر بهتر افزایش اندازه آینه است. آرزوی ساخت آینه‌های بزرگ‌تر برای جمع‌آوری نور بیشتر و بنابراین دیدن عمق بیشتری در کهکشان، یکی از منابع تحقیق نجومی در ۲۰۰ سال گذشته بوده است؛ از هرشل تا هبل. آلبرت‌پرس از اینکه تلسکوپ ۲۰۰ اینچی در مونت پالومار در سال ۱۹۴۸ برپا شد، تقریبا پنج دهه قبل از ساخت تلسکوپی بود که آینه برنگرتری آن داشت. دلیل این تأخیر طراحی فنی وسیع ساخت چنین آینه بزرگی بود. ناگفته نماند تلسکوپی با یک آینه شش‌متری در رویسیه فعلی ساخته شد؛ ولی مکان رصدی خوب نبود و تلسکوپ نتایج علمی مفیدی تولید نکرد. سه نه تا ۱۸۰ سانتی‌متر قد اگر در کنار آینه ۲۰۰ اینچی روی نشانه‌های بدیکربر بایستند، سر آخر باز هم به آینه اینچه‌اند رسید. آینه ۲۰۰اینچی پالومار از یک قرص شیشه‌ای که ۲۰ تن وزن دارد، ساخته شده است. دقت سطح آخر یک میلیونیم ساتی‌متر بود. تراشیدن و صیقل‌دادن آینه ۱۱ سال طول کشید. حتی قالب‌گیری چنین قرص شیشه‌ای بزرگی چالش سنگری به شمار می‌رود. یکی از اختلالات عصبی هیل زمانی رخ داد