نگاه نو

## منشأ پرشکوه کیهان

### تاریخچه‌ای کوتاه از کیهان‌شناسی؛ از ابتدا تا کنون

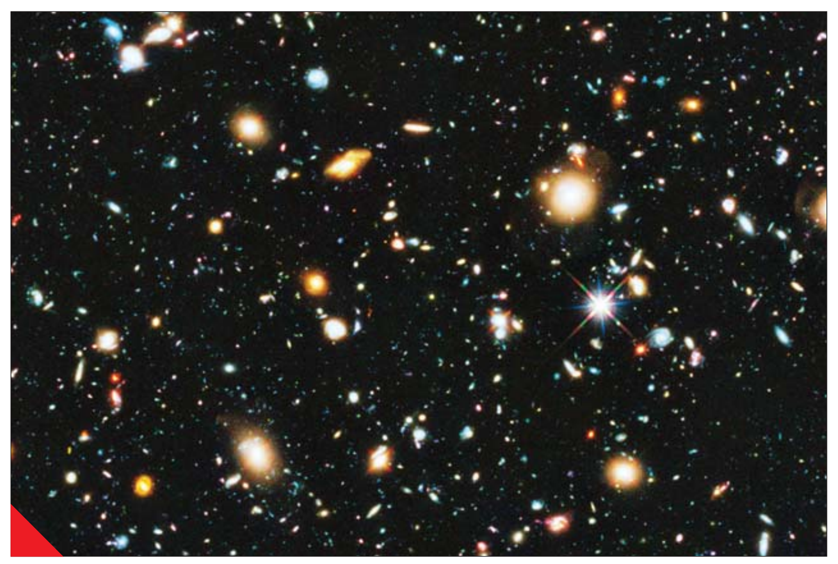
عبدالرضا ناصرمقدسی
متخصص مغز و اعصاب

شاید در این روزگار همه کم‌وبیش بدانند که کیهان از یک انفجار بزرگ به نام مهبانگ به‌وجود آمده است. پس از آن، دوران تورم را داشته‌ایم و سپس دوران پرشکوه پیدایش میلیاردها کهکشان و پس از آن ایجاد حیات و بعد به‌وجودآمدن انسانی که برگردد و تمام این تاریخچه پرشکوه را مشاهده کند. انگار همه بر سر این موضوعات توافق دارند. اکنون بحث درباره آن‌سوی مهبانگ است: از صفحه‌ای با نوسانات کوانتومی که هر نوسانش کیهانی را به‌وجود می‌آورد. کیهانی که کاملا با کیهان ما متفاوت است و می‌تواند قوانین خاص خودش را داشته باشد. حالا صحبت از این است که چرا تمام کهکشان‌ها با سرعتی بسیار در حال حرکت به یک سمت کیهان هستند. آیا این حرکت جهت‌دار نشان‌دهنده یک جاذبه شدید در خارج از کیهان نیست؟ اکنون بحث‌ها بر سر این موضوعات است. اما نکته بسیار مهم اینجاست که این همه اصلا آسان به‌دست نیامده است.

کیهان‌شناسی شاید از معدود حوزه‌هایی باشد که در آن تحول بسیاری در طول زمان رخ داده است. اگر از تعریف‌های اسطوره‌ای در باب منشأ کیهان بگذریم اینکه زمین در مرکز کائنات است چنان با گوشت و استخوانِ هویت انسان گره خورده بود که برای هزاران سال درک و عقیده غالب در تفکر انسانی بود. تغییر همین تفکر چنان تأثیری بر انسان و تفکر او نسبت به خودش ایجاد کرد که شاید حتی تکامل داروین هم با آن نتواند رقابت کند. باید توجه داشت که اگر تغییر جایگاه انسان از مرکز زمین به جایی دور در کهکشان نبود هیچ‌گاه نمی‌توانست خود را با فرضیه تکامل هم‌ردیف سایر جانداران کند. اینکه انسان چگونه به این سرمنشأها رسید به گمان من از خودِ جریان کیهان‌شناسی اخیر و اکتشافات پی‌درپی‌اش هیجان‌انگیزتر است. شاید کسانی چون آریستارخوس از خورشیدمرکزی صحبت کرده باشند، اما شروع این کوشش باشکوه را باید در فرومبورک جست‌وجو کرد؛ جایی‌که اولین شوالیه مدرن علم، یعنی کپرنیک، در رصدخانه کوچک خویش مشغول تفکر درباره گردش پرشکوه افلاک بود. کتاب او یعنی «درباره گردش افلاک آسمانی» را یکی از سخت‌ترین کتاب‌های ممکن دانسته‌اند؛ به‌طوری‌که شاید معدود افرادی آن را تا انتها خوانده‌اند. اما همین کتاب سخت که در پیچیدگی شاید از نظام هیئت بطلمیوسی نیز پیشی گرفته بود پایه‌گذار نجوم و کیهان‌شناسی جدید شد، زیرا با مرکزیت‌دادن به جایی دیگر در کیهان (جایی در نزدیکی خورشید) عملا زمین را از مرکز کائنات خارج کرد. کمی تصور و تخیل می‌تواند ما را به عمق کاری که کپرنیک انجام داد، واقف کند.

مرکزیت زمین، یعنی مرکزیت انسان و تغییر آن بدین معنی است که انسان اشرف مخلوقات عالم نیست؛ یعنی لازم نیست که همه‌چیز دور انسان بگردد. انسان موجودی در میان هفت سیاره است که به دور خورشید یا محالی در نزدیکی آن می‌گردد. بدون این تغییر هویتی، ایجاد کیهان‌شناسی آن هم با تصویری که در جملات اول بیان کردیم اصلا مقدور نبود. اینکه خورشید هم می‌تواند دور چیز دیگری بچرخد؛ اینکه میلیاردها کهکشان وجود دارد؛ اینکه حتی کیهان ما نیز می‌تواند یکی از میلیاردها کیهان ممکن باشد و... همه اینها حاصل همین تغییر جایگاه انسان از مرکز کائنات به گوشه‌ای از آن است. اهمیت دیگر کار کپرنیک در این است که جهت رصدهای انسان را تغییر داد. انسان دیگر به دنبال کشف جایگاه دیگر اجرام نسبت به خود نبود، بلکه می‌خواست جای خود را نسبت به دیگر اجرام پیدا کند و این کاری است که کماکان ازسوی کیهان‌شناسان و منجمان انجام می‌شود. ضربه کاری بعدی را یوهانس کپلر بر تارک علم وارد کرد. او را پدر ستاره‌شناسی نوین می‌دانند. در واقع او با سه قانون خود نه‌تنها مقدمه را برای ورود نابغه‌ای بزرگ به نام نیوتن آماده کرد بلکه عملا زوائد را از نظام کپرنیکی زدود. دیگر نیازی به آن همه اپی‌سیکل برای توضیح چگونگی حرکات سیاره‌ها نبود. او برای اولین‌بار نشان داد که سیارات به جای یک مدار دایره‌ای‌شکل در یک مدار بیضی‌شکل به‌دور خورشید می‌گردند. کپلر زندگی و عقایدی عجیب داشت، اما درعین‌حال با همت و حدت بسیار در راه فکر و اندیشه‌ای که داشت -یعنی پاسداشت و پیرایش نظام کپرنیکی- تمام تلاش خود را انجام داد. کار بزرگ‌تر را اما نیوتن انجام داد. معلوم نیست که نیوتن چگونه به جایگاه فعلی رسیده است. او با چاپ کتاب «اصول ریاضی فلسفه طبیعی» قوانین زمین و آسمان را یکی کرد و گفت همان قوانینی که سبب راه رفتن ما روی زمین می‌شود بر حرکت کهکشان‌ها حاکم است. ما در یادداشتی دیگر به کار نیوتن خواهیم پرداخت، اما کاملا مشخص است همان‌طور که خود گفته، این درک بزرگ از فیزیک جهان، مبتنی‌بر ایده گران‌بهای کپرنیک است. اگر نظام ارسطویی و بطلمیوسی چیزی حدود دو هزار سال دوام داشتند نظام بسیار گران‌قدرتر نیوتن چند قرنی بیشتر دوام نیاورد و آلبرت اینشتین با وضع قوانین نسبیت عام عملا راهی جدید و شگفت را برای توضیح کائنات جلوی راه ما گشود. او فضا و زمانی را که به‌مثابه نوعی مشکل در نظام نیوتنی بودند یکی کرد و نشان داد که گرانش در واقع نمودی از خصلت فضا- زمان است. از لحاظ منشأ، این نسبیت عام بود که ما را به آن چند خط توصیفی ابتدایی در این یادداشت رساند. در عین حالی که موجودات عجیبی چون سیاه‌چاله و کرم‌چاله‌ها را نیز راهی کیهان کرد نشان داد که جهان از مهبانگی عظیم به‌وجود آمده است؛ موضوعی که عملا هابل با کار بزرگ و نشان‌دادن اینکه کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگر هستند، انجام داد. با کارهای هابل بود که فهمیدیم کهکشان راه شیری یکی از میلیون‌ها کهکشان موجود در کیهان است. از آن پس جهان مجموعه‌ای وسیع شد از انبوه کهکشان‌ها که هر یک میلیون‌ها ستاره و میلیاردها سیاره دارند. فقط تصورش نیز شگفت‌انگیز است.

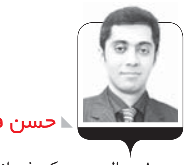
همان‌طور که انتظار می‌رود داستان منشأ کیهان به همین جا ختم نمی‌شود. حالا جهان‌های چندگانه یعنی وجود هزاران جهان مانند کیهان ما یکی از مهم‌ترین موضوعات در عرصه کیهان‌شناسی است. شاید ما نتوانیم از کیهان خارج شویم تا حقیقت ماجرا را ببینیم، اما دانشمندان به دنبال اثرات سایر جهان‌ها بر جهان ما هستند؛ کاری بسیار عجیب و درعین‌حال شعف‌انگیز. حقیقتا یکی از آرزوهای بزرگ من این است که در عمرم شاهد نوعی استدلال قطعی برای وجود جهان‌هایی به غیر از جهان خودمان باشم.



تصویر میدان فراژرف هابل که در طول‌موج‌های اپتیکی و فروسرخ با یک میلیون ثانیه نوردهی، توسط تلسکوپ فضایی هابل گرفته شده است. این تصویر عمیق‌ترین تصویر از عالم است که تاکنون مشاهده کرده‌ایم؛ شامل بیش از ۱۰ هزار کهکشان. تعداد قابل توجهی کهکشان در مرز عالم مشاهده‌پذیر (در حدود ۱۳ میلیارد سال نوری آن‌سوتر)

خاستگاه عالَم و آدم به روایت «بهرام مبشر»

# داستان آغاز هر چیز؛ از مهبانگ تا تمدن بشر



حسن فتاحی*

۱۰ساله بودم که فضانوردان ناسا روی ماه فرود آمدند. هرچه بزرگ‌تر شدم شگفتی من از آن رویداد و اهمیت آن افزایش یافت. این رویداد در هر مرحله از زندگی من به دلایل متفاوتی از سال‌های قبل، الهام‌بخش بود. در همان زمان پدربزرگم درباره تجربه خود به من گفت: زمانی که هم‌سن من بوده ماه‌ها طول کشیده تا مسافتی را سفر کند؛ اما امروز فقط چند ساعت طول می‌کشد. او در طول عمرش با وسایل مختلف سفر کرده بود، ازجمله با پا، اسب، اولین اتومبیل‌های ساخته‌شده و اولین هواپیمای مسافربری. در نهایت شاهد سفر سفینه فضایی بود که فاصله بین زمین و ماه را در سه روز پیمود. این نشان‌دهنده پیشرفت علم و فناوری در یک نسل است. این رویداد چند چیز را به من آموخت: اهمیت بزرگ‌اندیشیدن، تمایل به یافتن پاسخ بدون توجه به اینکه چقدر دشوار یا غیرممکن به نظر می‌رسند، تمایل به آزمایش‌کردن برای یافتن چیزی جدید و داشتن دید متمرکز و تلاش برای دستیابی به آن. همان‌طور که پدربزرگم نیز به‌شدت تأکید می‌کرد، این موضوع به من نشان داد به‌طورکلی این دستاوردها و علم متعلق به بشریت است و نه متعلق به یک ملت یا جامعه یا فرهنگی خاص. من خیلی دیرتر در زندگی، درست بعد از فارغ‌التحصیلی، همه این نکات را متوجه شدم. به گفته بنجامین فرانکلین، «تراژدی زندگی این است که انسان خیلی زود پیر و خیلی دیر عاقل می‌شود». ما در یک زمان منحصربه‌فردی زندگی می‌کنیم که در آن علم و فناوری به‌اندازه‌ای پیشرفت کرده‌اند که می‌توانیم از جزئیات کیهان تا داخل یک سلول زنده را مطالعه کنیم. مأموریت ما این است که مردم را به رفتنِ فراتر از فعالیت‌های روزمره تشویق کنیم تا متعجب شوند، درباره سؤالات تعمق کنند و در مورد دنیایی که در آن زندگی می‌کنند، کنجکاو باشند. جست‌وجو برای دانش و لذت‌بردن از فهمیدن جهان اطراف ما هیچ سن، نژاد، جنسیت یا موانع فرهنگی ندارد. این امر با افزایش دانش ما از دنیای فیزیکی به مرزهای آن و با توجه به اساسی‌ترین سؤالات تحقق می‌یابد.

آنچه خواندید بخشی از مقدمه کتابی است که بهرام مبشر، استاد کیهان‌شناسی رصدی دانشگاه کالیفرنیا در کتابش با عنوان «ORIGINS: The Story of Beginning of Everything» (خاستگاه‌ها، داستان آغاز هر چیز) نوشته است. این کتاب کم‌نظیر در ۳۳۰ صفحه به رشته تحریر درآمده و ۲۶ فصل دارد. این کتاب تکه‌های دانش را از رشته‌های مختلف به یکدیگر متصل می‌کند تا تصویری منسجم از جهانی که در آن زندگی می‌کنیم، ارائه دهد. در این راستا، کتاب از یک بررسی تاریخی از مبدأ تفکر علمی و تکامل دانش آغاز می‌شود. در ابتدا، همه علوم بخشی از فلسفه بوده‌اند. هنگامی‌که علم توسعه یافت، رشته‌های مستقل توسعه یافتند و پیشرفت کردند. امروزه علم چندان پیشرفت کرده است که می‌توان اشتراک‌های بین زمینه‌های مختلف علمی را مطالعه کرد. پس از آن کتاب قبل از مطالعه جهان اولیه و منشأ ذرات و جرم آنها، به بررسی ماهیت فضا و زمان می‌پردازد. من از این نکته را واکاوی می‌کنم که چگونه بزرگ‌ترین مقیاس‌های کیهان‌شناسی و تحول عالم توسط ویژگی‌های فیزیکی ذرات ابتدایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. این خود یک داستان جالب و جذاب است که ذرات بسیار کوچک را به ساختارهای بسیار بزرگ عالم مرتبط می‌کند. پس از بحث درباره وضعیت فعلی عالم، محتوا و تحول آن، منشأ کهکشان‌ها و ستارگان و پس از آن منشأ عناصر شیمیایی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. سپس منشأ منظومه‌های سیاره‌ای و سیاره خانه ما، زمین، مورد بحث قرار می‌گیرد و با بحثی درباره منشأ قاره‌ها، اقیانوس‌ها و رشته‌کوه‌های روی زمین و همچنین منشأ جو زمین ادامه می‌یابد. درباره اینکه چگونه زمین برای ما به سیاره‌ای قابل سکونت تبدیل شده است و چگونه مواد تشکیل‌دهنده مورد نیاز برای زندگی پدیدار شده‌اند، بحث خواهد کرد. این امر منجر به مطالعه منشأ زندگی روی زمین و تحول آن در دوران زمین‌شناسی می‌شود. نویسنده شواهدی را ارائه می‌دهد که چگونه اجداد اولیه ما شهرها را تشکیل دادند، کشاورزی را توسعه دادند و زبان‌ها را با استفاده از ارتباطات اختراع کردند. «منشأ» و «تکامل» روی یکدیگر تأثیر می‌گذارند، تکامل یک‌چیز منشأ چیز دیگری را موجب می‌شود؛ بنابراین، هم‌زمان با مطالعه منشأ، درباره تکامل نیز صحبت می‌کند. با توجه به ماهیت خودِ عنوان، این کتاب موضوعی چندرشته‌ای است که میان زمینه‌های مختلفِ مستقل ارتباط ایجاد می‌کند. این کتاب برای دانشجویان، ابزارهایی را برای تشویق آنها به فکر عمیق و سؤال‌پرسیدن فراهم می‌کند. برای خواننده عمومی که در جست‌وجوی دانش است، این فرصت را فراهم می‌کند که دنیای جدیدی را کشف کند و شیفتگی کشفش را به اشتراک گذارد. برای معلمان تصویری بزرگ از عالم را برای فکرکردن و الهام‌بخشیدن به متفکران و نوآوران آینده فراهم می‌کند. همان‌طور که آلبرت اینشتین می‌گوید: «آموزش همان چیزی است که پس از فراموش‌کردن چیزهایی که در مدرسه آموخته‌ایم، می‌توانیم به یاد بیاوریم».

### معرفی فصل به فصل کتاب

فصل اول «مقدمه و دیدگاه» است. این فصل با جمله‌ای از نیوتون و دکارت شروع می‌شود و اولین تصویر این فصل تحول عالم است؛ از مهبانگ تا عصر حاضر. عالمی در حال انبساط که در ۱۳،۷۷ میلیارد سال پس از مهبانگ پدید آمده و امروز ما ناظر آن هستیم. فصل اول با نگاهی به تاریخ هر چیز و منشأ ثابت‌های فیزیکی شروع می‌شود. خواننده سامانه‌های اندازه‌گیری، واحدها و قانون‌های بنیادی طبیعت همچون قانون جهان‌شمول گرانش، قوانین حرکت و قانون پایستگی تکانه و انرژی را فرامی‌گیرد. پایان‌بخش این فصل هم موضوعاتی مانند قانون پلانک و تابش جسم سیاه، جست‌وجو برای یافتن خاستگاه قوانین فیزیک، تقارن در طبیعت و خاستگاه پایستگی قوانین است.

فصل دوم به «توسعه تفکر علمی: دیدگاهی نوین» اختصاص دارد. این فصل با نخستین جست‌وجوهای بشر برای واقعیت، از اعصار اولیه تا حاضر شروع می‌شود و در بستر زمان مدل‌های عالم اولیه و مدل جهانِ مبتنی بر رصد را ارائه می‌کند. گریزی کوتاه به انقلاب علمی پسانیوتونی انداخته و ظهور نگرش‌های نوین درباره طبیعت ماده را از جان دالتون به بعد بیان می‌کند. همچنین با توصیف دستاوردهای اینشتین، نظریه نسبیت خاص و نسبیت عام، تغییر دو مفهوم فضا و زمان مطلقِ نیوتونی را نشان می‌دهد. این فصل با دو موضوع مهم سیر تکوین تاریخ فلسفه طبیعی تا تاریخچه زیست‌شناسی طبیعی و تولد شیمی آلی و زیست‌شناسی مولکولی پایان می‌یابد.

عنوان فصل سوم «خاستگاه فضا و زمان» و زینت‌بخش ابتدای آن جمله‌ای از دموکریتوس، فیلسوف اتم‌گرای یونان باستان، است. خواننده ابتدا با دیدگاهی تاریخی درباره فضا و زمان مواجه می‌شود؛ آنچه افلاطون و ارسطو گفته‌اند تا نیوتونِ بریتانیایی و ارنست ماخ، فیزیک‌دان و فیلسوف اتریشی. سپس با پیکان زمان و واقعیت فضا-زمان در حضور گرانش مواجه می‌شود و در پایان با سفر به دنیای اینشتین و فرمول معروفش، ماهیت جرم و انرژی را می‌خواند.

فصل چهارم «خاستگاه ذرات و میدان‌ها» است. در این فصل خوانندگان نخستین مواجهه را با ذرات بنیادی سازنده ماده تجربه می‌کنند؛ از ساختار درونی اتم و ساختار درونی پروتون و نوترون تا ذره بنیادی پرهیاهو، بوزون هیگز. فصل چهارم با دیدگاه کوانتومی ماده و طبیعت ذرات بنیادی شروع می‌شود. مدل استاندارد ذرات و مفاهیم جدید به‌خوبی توضیح داده شده‌اند. در ادامه نیروهای چهارگانه و ماهیت میدان‌ها و منشأ جرم با زبانی شیوا شرح داده شده است. همچنین گریزی هم به داستان هیجان‌انگیز اتحاد نیروها و پادماده و پاریته زده است. این فصل با یک سؤال خوبِ کماکان بدون پاسخ برای فیزیک پایان یافته است: چرا عالم از ماده تشکیل شده و نه پادماده؟ چه بلایی بر سر پادماده آمده است؟

فصل پنجم «خاستگاه عالم» است؛ سفری شگفت‌آور به ابتدایی‌ترین لحظات خلقت عالم. داستان این فصل از مهبانگ شروع می‌شود و شواهد صحت این نظریه. نویسنده در اقدامی بسیار عالی، داستان لحظات ابتدایی پیدایش عالم را به چند بخش تقسیم کرده که هر یک گواه تحولی از عالم در بازه‌های زمانی بسیار کوتاه است. بعد از تکینگی و تعریف آن، فصل حاضر به‌اختصار دوره‌های زیر را شرح داده است: دوره پلانک، دوره وحدت بزرگ، دوره تورمی، دوره الکتروضعیف، دوره کوارک-گلوئون، دوره هادرونی و دوره لپتونی.

فصل ششم داستان پرحرارت «خاستگاه عناصر سبک» است؛ موضوعی بسیار جذاب که به سنتز هسته‌ای عناصر سبک یعنی هیدروژن، هلیوم، بریلیوم و لیتیوم می‌پردازد. فهم منشأ عناصر سبک نخستین گام در کشف ماده باریونی است. این فصل با داستان عالم پیش از شکل‌گیری عناصر سبک شروع می‌شود. سپس شکل‌گیری عناصر سبک و عامل محرک سنتز هسته‌ای مهبانگ واکاوی شده است. پایان‌بخش این فصل پاسخ به سؤالی در فصل چهارم است: چرا در عالم پادماده وجود ندارد.

فصل هفتم روایت «اتم‌های نخستین و دوران تاریک» است. خواننده در این فصل با چهار موضوع مهم آشنا می‌شود: شکل‌گیری اتم‌های نخستین، تابش زمینه کیهانی، دوران تاریک و بازیونش عالم. این فصل به لحاظ موضوعات علمی برای خواننده تازه‌وارد به دنیای نجوم تازگی‌های زیادی دارد. او با داستان سه ماهواره کوبی، دابلیومپ (WMAP) و پلانک آشنا می‌شود که هر یک تصویری واضح‌تر از قبلی پیش‌روی ما قرار دادند. همچنین واژه‌های جدیدی همچون: بازیونش، بازترکیب، جذب و پراکندگی را در تاریخ تحول عالم یاد می‌گیرد.

فصل هشتم که به «خاستگاه ساختار در عالم» می‌پردازد، از جمله بخش‌های مهیج کتاب است. آنچه نوع بشر هوشمند از عالم می‌بیند، در سلسله‌مراتب ساختارهای نجومی به‌طور تقریبی از این قرار است: سیارات، ستارگان، خوشه‌های ستاره‌ای، کهکشان‌ها، خوشه‌های کهکشانی و ابرخوشه‌ها. این فصل به ما می‌گوید که نخستین جرقه‌های تشکیل ساختار اولیه و خاستگاه چگالی‌های نایکنواخت ابتدایی چگونه بوده است. دو موضوع مهم دیگر این فصل که زمینه تحقیقات نویسنده هم به شمار می‌رود، نسل اول کهکشان‌ها و نسل اول ستارگان است که به ستارگان اولیه (First Stars) یا ستارگان جمعیت III معروفند و عمده تمایزشان با ستارگان جمعیت I و II فلزیت یا فلزیدگی آنهاست. در دنیای اخترفیزیک به عناصر سنگین‌تر از هلیوم، اصطلاحا فلز می‌گویند و واژه فلزیت یا فلزیدگی که ترجمه واژه Metallicity است، نسبت عناصر سنگین‌تر از هلیوم، یا همان فلزات به تعبیر اخترشناسان، به هیدروژن را نشان می‌دهد. کهکشان‌ها و ستارگان اولیه از داغ‌ترین موضوعات تحقیقات نجومی دنیا هستند که در این کتاب به‌سادگی و دقت توضیح داده شده‌اند.

فصل نهم به «حالت کنونی عالم» پرداخته است. در این فصل خواننده کتاب ابتدا با داستان ماده و عالم آشنا می‌شود، سپس اندازه‌گیری چند پارامتر را یاد می‌گیرد. چگالی متوسط عالم، انبساط عالم و چگونگی دستیابی به آن از سوی ادوین هابل، عمر عالم که موضوعی جالب‌توجه است، مرز عالم رصدپذیر و در پایان متناقض‌نما (برابر نهاد فارسی پارادوکس) اولبرس. در واقع این فصل سرآغاز کیهان‌شناسی رصدی را هم به خوانندگان یاد می‌دهد.

فصل دهم با عنوان «محتوای عالم» حول محور سه چیز که شکل‌دهنده عالم است، می‌چرخد. ماده معمولی یا ماده باریونی که چهار درصد از محتوای عالم است و هر آنچه از سیارات و ستارگان و کهکشان‌ها می‌بینیم، شامل این چهار درصد است. مقدار دقیق آن ۴،۶ درصد و نام آن ماده معمولی یا اتم‌ها است. ۲۴ درصد از محتوای عالم ماده تاریک است؛ مابقی عالم، یعنی ۷۱،۴ درصد هم انرژی تاریک. در این فصل به دو مسئله هم اشاره شده است؛ یکی شواهد وجود ماده تاریک و انرژی تاریک، دیگری ماهیت این دو. همچنین نگاهی مختصر به هندسه عالم شده است. در پایان هم چندین سؤال بنیادی مطرح شده‌اند که پیش‌روی کیهان‌شناسان قرار دارد.

فصل یازدهم به «خاستگاه کهکشان‌ها» اختصاص دارد. شاید بتوان کهکشان‌ها را کوچک‌ترین واحدهای سازنده ساختار بزرگ‌مقیاس عالم نامید. بعد از مقدمه‌ای کوتاه اولین موضوع فصل شکل‌گیری کهکشان‌هاست که با یک شکل خوب در چهار مرحله نشان داده شده است: ۱- رمبش ابرهای گازی و شکل‌گیری کهکشان‌های مارپیچی، ۲- کهکشان مارپیچی و خوشه‌های کروی شکل می‌گیرند، ۳- برخی از کهکشان‌های مارپیچی با هم تصادم می‌کنند و ۴- بعد از تصادم، کهکشان‌های بیضوی شکل می‌گیرند. موضوع بعدی این فصل منشأ انواع کهکشان‌هاست. طبق طبقه‌بندی هابل در شکل قراردادشده در همین فصل چند نوع کهکشان داریم: بیضوی‌ها، مارپیچی‌ها، نامنظم‌ها، مارپیچی‌های میله‌ای و کهکشان‌های میانْ‌مارپیچی که بین دو رده اصلی مارپیچی و مارپیچی-میله‌ای قرار دارند. همچنین اشاره‌ای کوتاه به خاستگاه جمعیت‌های ستاره‌ای شده است و آخرین موضوع اشاره به سفر نور از میلیاردها سال قبل تاکنون است که عالم را تبدیل به ماشین زمان کرده است.

فصل دوازدهم درباره «منشأ ستارگان» است و موضوعی بسیار جذاب برای تمام کسانی که به آسمان بالای سر خود نگاه می‌کنند. پاراگراف دوم این فصل با نام‌بردن از دانشمندی شهیر که از پیشگامان توسعه نظریه تحول ستاره‌ای بود، شروع می‌شود؛ کارل شوارتسشیلد. دانشمندی که خیلی زود و نابهنگام، درست یک سال بعد از ارائه نظریه نسبیت عام توسط آلبرت اینشتین، در ۴۲سالگی درگذشت. در همین مقدمه به دو نام معتبر دیگر برمی‌خوریم. آرتور ادینگتون و هانس بته. بته دانشمندی تمام‌عیار بود و شاید بتوان او را از پیشتازان اخترفیزیک هسته‌ای نام برد. بته و کارل فردریش فون وایتسزکر در بحث واکنش‌های گرماهسته‌ای در ستارگان گام‌های مؤثری برداشتند. بعد از مقدمه اولین موضوع، گام‌هایی به سوی تشکیل ستارگان است. نویسنده این بخش را به چهار گام مؤثر در شکل‌گیری ستارگان تقسیم کرده است. گام اول محیط شکل‌گیری ستاره است. گام دوم تشکیل پیشْ‌ستاره. گام سوم مرحله از پیشْ‌ستاره تا تولد ستاره است و گام آخر فاز هیدروژن‌سوزی است. در ادامه نگاهی انداخته است به دما و روشنایی در ستارگان و یکی از مهم‌ترین نمودارهای نجوم را معرفی کرده؛ نموداری که اهمیت آن در اخترفیزیک ستاره‌ای همسنگ جدول تناوبی در شیمی است: نمودار ایچ-آر. این نمودار سرنام دو اخترشناسی است که مستقل از هم به آن دست یافتند. آینار هرتسپرونگ دانمارکی و هنری نوریس راسلِ آمریکایی. در این فصل خواننده آموخته است که پارامتر جرم در ستارگان اهمیت ویژه‌ای دارد و حالا آخرین موضوع فصل پاسخی کوتاه، دقیق و ساده به این سؤال است: چه عاملی تعیین‌کننده جرم ستاره است؟

فصل سیزدهم به «تحول و مرگ ستارگان» پرداخته و در ادامه فصل قبل است. این فصل حول دو رده از ستارگان می‌چرخد: ستارگانی با جرم کم یا ستارگان کمْ‌جرم و ستارگان پُرجرم. ابَتدا داستان زندگی هر رده از ستارگان گفته شده، سپس مرگ ستارگان توضیح داده شده است. شاید بتوان مرگ ستارگان پرجرم را باشکوه‌تر دید، هرچند در طبیعت و البته در ستارگان هرچه هست باشکوه و زیباست؛ اما در ستارگان پرجرم، یعنی ستارگانی که حداقل یک‌ونیم برابر خورشید خودمان جرم دارند، مرگی پر از شگفتی را رقم می‌زنند. این ستارگان بعد از رمبش و انقباض ابر اولیه، تبدیل به پیشْ‌ستاره شده، سپس وارد فاز تعادل پایدار یا همان تعادل هیدروستاتیکی (معادل فارسی تعادل هیدروستاتیکی «ترازمندی شاره-ایستایی» است) می‌شود. بعد از عمر کوتاه، در مقایسه با ستارگان کم‌جرم و میانْ‌جرم، تبدیل به ابرغول قرمز می‌شوند. در این مرحله یکی از اعجاب‌انگیزترین پدیده‌های نجومی رخ می‌دهد: انفجار ابرنواختری. رویدادی نسبتا نادر که در آن ستاره‌ای بزرگ، با انفجاری مهیب از هم می‌پاشد. پیش از انفجار در فرایند جوش هسته‌ای در مرکز ستاره عناصر سنگینی همچون آهن شکل گرفته‌اند و پس از انفجار آنچه باقی می‌ماند یا ستاره نوترونی است یا سیاه‌چاله ستاره‌ای.

فصل چهاردهم از آن فصل‌های کم‌نظیر و پرکشش کتاب است: «خاستگاه عناصر سنگین». داستان پیدایش و منشأ عناصر سنگین از جذاب‌ترین بخش‌های اخترفیزیک ستاره‌ای است که با فیزیک هسته‌ای درهم‌تنیده شده است. بهتر است نام دقیق‌تر این بخش از مطالعات اخترفیزیک نوین را یاد بگیریم: اخترفیزیک هسته‌ای. از فصل ششم کتاب به یاد داریم که منشأ عناصر سبک کجا بود. حال در این فصل سفری داریم به عناصر سنگین، عناصری ورای هیدروژن و هلیوم یا حتی ورای عناصر سه‌گانه کربن-نیتروژن-اکسیژن که چرخه همجوشی هسته‌ای در ستارگان سنگین‌اند. با تشکیل عناصر تا مرز آهن پیش خواهیم رفت، حتی عناصر سنگین‌تر از آهن و سنگین‌ترین عناصر موجود در عالم. در واقع این فصل به سه بخش کلی نام برده، تقسیم شده و با شکل‌ها و نمودارهای واضح، در کنار توضیحات ساده و دقیق، خاستگاه طیف وسیعی از عناصر شرح داده شده است. خواننده در این فصل واژه‌های بسیار جدیدی را هم می‌آموزد، همچون فراوانی، فلزیدگی، سنتز هسته‌ای، فرایندهای آلفا و چند مفهوم فیزیکی دیگر.

«خاستگاه سامانه‌های سیاره‌ای» موضوع فصل پانزدهم است. سیارات در دنیای نجوم راهی طولانی را طی کرده‌اند. زمانی کره زمین که حالا می‌دانیم سومین سیاره در سامانه خورشیدی (منظومه شمسی) است، مرکز عالم بود و امروزه به یمن پیشرفت نجوم رصدی، سیارات فراخورشیدی را به تعداد خیلی بیشتر از انگشتان دست کشف کرده‌ایم. این فصل دربردارنده منشأ سامانه‌های سیاره‌ای مشتمل بر منظومه شمسی است. همچنین توضیح می‌دهد که چرا انواع مختلفی از سیارات داریم، چه درون منظومه شمسی و چه خارج از آن. از جمله موضوعات جالب کتاب نحوه جست‌وجوی سامانه‌های سیاره‌ای فراخورشیدی است. نویسنده سه تکنیک یا روش اصلی را شرح داده است: تکنیک گرانشی، تکنیک دوپلر (تلفظ صحیح‌تر داپلر است) و تکنیک گذر. قطعا در ذهن بسیاری از علاقه‌مندان به نجوم حرفه‌ای و نجوم غیرحرفه‌ای، سؤالاتی درباره سیاراتی که واجد شرایط حیات باشند، وجود دارد. بخش پایانی این فصل در این باره است.

تا اینجای کتاب از هرآنچه صحبت کردیم که بالای سرمان بود و به زبان ساده در آسمان قرار داشت: کهکشان‌ها، ستارگان و سیارات، انفجارهای ابرنواختری، کوتوله‌های سفید و دیگر اجرام نجومی. از فصل شانزدهم به بعد داستان‌های کتاب روی زمین است.

فصل شانزدهم «زمین اولیه» است. نویسنده خوش‌ذوق کتاب داستان زمین اولیه را با دو جمله آغاز کرده است؛ یکی مولانا یا مولوی، ملقب به رومی. دیگری بان‌کی- مون، دبیرکل سازمان ملل. سیاره زمین داستانی آشوبناک و حتی خشن دارد. زمینِ اولیه به‌مراتب کمتر از امروز قابل سکونت و حیات‌پذیر بود. زمینِ اولیه آماج شهاب‌سنگ‌ها و دیگر اجرام نجومی/ سماوی بود که به آن اصابت می‌کردند. این فصل با داستان شکل‌گیری زمین شروع شده و با یک شکل خوب هفت مرحله از برخورد یک جرم نجومی به بزرگی مریخ و نیز تبعات آن را نشان می‌دهد. سن زمین هم داستانی دارد که گفته شده است. گریزی کوتاه هم به سامانه ماه- زمین شده و درپی آن شکل‌گیری لایه‌های مختلف زمین با توضیحات و جدولی که حاوی عمق یا قطر لایه و ترکیبات آن است، بیان شده. خاستگاه میدان مغناطیسی زمین و بمباران سنگین سیاره آخرین مطالب هیجان‌انگیز فصل حاضر هستند.

فصل هفدهم به «خاستگاه قاره‌ها، اقیانوس‌ها و کوه‌ها» پرداخته است. در کنار تمام توضیحات فصل حاضر، تصاویر خیلی خوبی هم وجود دارد که سیر تحول قاره‌ها، اقیانوس‌ها و کوه‌ها را به‌روشنی نشان می‌دهد. این فصل با موضوع اولین قاره‌ها و رانش قاره‌ای آغاز می‌شود. با نظریه صفحه تکتونیکی و گسترش بستر اقیانوس‌ها ادامه یافته و انواع صفحات تکتونیکی و خاستگاه صخره‌ها بیان شده است. آخرین موضوع فصل تغییر چهره قاره‌ها، اقیانوس‌ها و صخره‌هاست.

فصل هجدهم بازهم درباره زمین است و نویسنده عنوانی درخور تأمل برایش انتخاب کرده است. «زمینِ متحول: تاریخچه‌ای پویا» عنوان فصل خود گویای این است که تحول زمین و پدیده‌های زمین‌شناختی امروز هم جریان دارد. مبشر بار دیگر با خوش‌ذوقی تمام این فصل را با رباعی از شاعر و ریاضیدان نامور ایرانی، حکیم عمر خیام شروع کرده است. جان کلام این فصل بعد از مقدماتی همچون مطالعات زمین اولیه، جدول زمانی تحول زمین و دوران مختلف است که عبارت‌اند از: اِئون پری‌کامبرین، ائون هادئن که اولین دوره زمین‌شناسی پری‌کامبرین است، ائون آرکئن، ائون پروتروزوئیک، ائون فانروزوئیک که به ائون پیدازیستی یا پیدازیوی مشهور است، دوران مزوزوئیک که به ائون میان زیستی مشهور است و دوران سنوزوئیک که به ائون حیات جدید مشهور است. آخرین موضوع این فصل پرفراز و نشیب از تاریخ تحول زمین به رویداد انقراض بزرگ اختصاص دارد.

فصل نوزدهم باز هم درباره زمین است و به «ظهور شرایط حیات» پرداخته است. نویسنده این فصل جذاب را با این جمله شروع کرده است: زمین در طول عمرش با رویدادهای مصیبت‌باری روبه‌رو شده است که در هر بار منجر به انقراض ۷۰ درصد تا ورای ۹۰ درصد از گونه‌ها شده است. این فصل به بحث درباره شرایط مورد نیازی که باید دست‌به‌دست هم دهند تا شرایط حیات محقق شود، می‌پردازد. ابتدا خاستگاه جو زمین است و منشأ اُزُن در جو. سپس خاستگاه آب دریا و اکسیژن موجود در جو بررسی شده است. شیمی و ویژگی‌های آب به‌عنوان یکی از ستون‌های لازم برای حیات توضیح داده شده و درپی آن سامانه تنظیمی اقیانوس-زمین-جو به همراه توضیحات تکمیلی درباره چند واژه در این شاخه ارائه شده است. آخرین موضوع این فصل از گلخانه‌ای در جو است که این روزها این عبارت را از رسانه‌ها بسیار می‌شنویم.

فصل بیستم به «اجزای بنیادی حیات» می‌پردازد و از آن فصل‌هایی است که برای دانشجویان فیزیک و نجوم شگفتی‌های زیست‌شناسی را نمایش می‌دهد و برای دانشجویان علوم زیستی درهم‌تنیدگی زیست‌شناسی و نجوم را در تحقیقات مربوط به منشأ حیات. همان‌طور که در فصل‌های مربوط به تحول ستارگان و منشأ عناصر از تولد شاخه‌ای جدید با نام اخترفیزیک هسته‌ای را ذکر کردیم، این فصل و فصل بعد هم به شاخه‌ای نوپا و پویا از پیوند زیست‌شناسی و اخترشناسی اشاره دارد؛ اخترزیست‌شناسی یا آستروبیولوژی (Astrobiology). فصل بیستم با سؤال «حیات چیست؟» شروع می‌شود و نویسنده هفت ویژگی را درباره حیات به معنای عام و بسیط برمی‌شمارد. سپس انواع پیوندهای شیمیایی شامل یونی، کووالانسی و هیدروژنی را توضیح می‌دهد. در ادامه موضوعی مهم پیش کشیده شده است؛ کربن: عنصر حیات. کربن عنصری مهم در مواد سازنده حیات و مواد آلی است. برای یادآوری، کربن عنصری است که در چرخه واکنش‌های هسته‌ای درون ستارگان سنگین هم نقش مهمی دارد. ادامه فصل به مولکول‌های حیات، ساختار و کارکرد DNA و RNA همچنین سنتز پروتئین پرداخته است. کد ژنتیکی و اینکه چرا DNA حاصل ماده ژنتیکی است دیگر موضوعات این فصل پرمحتوا هستند. فرایند تولید انرژی، نه در ستارگان بلکه این‌بار در سلول، آخرین موضوع فصل حاضر است.

فصل بیست‌ویکم «خاستگاه حیات» است. سؤالی که ذهن علم‌پیشگان، فلاسفه و متالهین را به خود مشغول کرده است و هریک فراخور زمینه کار خود پاسخی برایش دارند؛ اما علم پاسخ‌های مبتنی‌بر آزمایش و نظریه دارد که این فصل به‌سادگی و زیبایی شرح داده است. هفت موضوع اصلی محور بحث‌های این فصل از کتاب‌اند: خاستگاه مولکول‌های کوچک حیات، خاستگاه مولکول‌های کوچک آلی، مراحل حیات، واکنش‌های شیمیایی، مولکول‌های آلی بزرگ و منشأ نخستین موجودات زنده، ترکیبات پایه مورد نیاز جهت حمایت از حیات و خاستگاه دستوارگی. لابه‌لای این هفت بحث کلی مسائل جذاب دیگری همچون نخستین متابولیسم و نخستین ژن هم مطرح شده است که خوانندگان را به‌وجد می‌آورد.

فصل بیست‌ودوم به سلول‌ها اختصاص دارد؛ «خاستگاه سلول‌ها». این فصل که در قیاس با دیگر فصل‌ها اندکی طولانی‌تر است و موضوعات متنوع بیشتری در دل خود دارد با جملاتی از مولوی و اینشتین شروع شده است. مباحث فصل بیست‌ودوم عبارت‌اند از: ساختار و کارکرد سلول‌ها، چرا سلول‌ها این‌قدر کوچک‌اند، خاستگاه غشای سلولی، نخستین سلول‌ها، انواع سلول، خاستگاه کلروپلاست و میتوکندری در سلول‌ها، خاستگاه سازواره‌های (معادل واژه ارگانیسم) چندسلولی، استفاده از سلول‌ها برای پایش تکامل، منشأ تنوع، سه قلمرو حیات، خاستگاه مشترک کل حیات و خاستگاه دستگاه عصبی. پاراگراف پایانی این فصل با توضیحاتی از فهم امروزی بشر از پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها شروع می‌شود؛ اما با چند سؤال باز و سؤالات بی‌پاسخ پایان می‌یابد. آخرین سؤال به نظر ساده می‌آید، اما هنوز پاسخ دقیقی ندارد. سامانه/سیستم عصبی اولیه چگونه توسعه یافت؟ شاید در تاریخ علم نتوان موضوعی یافت که به اندازه تکامل یا آنچه امروز ترجمه‌های جدیدی برایش ساخته‌اند، از جمله فرگشت یا تطور محل منازعه بوده باشد.

فصل بیست‌وسوم به «تکامل اولیه حیات در زمین» پرداخته است. بعد از چند فصل پربار درباره سرگذشت زمین و سلول‌ها و عناصر سازنده حیات، حالا ذهن خواننده کتاب آماده است تا سفری به دنیای شگفت‌انگیز تکامل در زمین داشته باشد. ابتدا نگاهی به سرفصل‌های کلی این فصل بیندازیم: تکامل و انتخاب طبیعی، زمان پری‌کامبرین، تکامل حیات دریایی، مهاجرت از آب به خشکی، تکامل حیات و تداوم تکامل در دریا، تکامل گیاهان در خشکی، ظهور دایناسورها، تغییر در جهان گیاهان و تأمین غذا برای دایناسورها، اقلیم و تکامل حیات و تاریخچه مختصری از حیات روی زمین. در این فصل با خواندن موضوعات گفته‌شده خواننده یاد می‌گیرد چگونه با تداوم حیات در دریاها، گیاهان روی خشکی متحول شدند و با ظاهرشدن گیاهان آوندی بذردار به‌آسانی بذر با دانه آنها پراکنده شد و آهنگ تولید گیاهان افزایش یافت؛ افزایشی که به تولید غذا برای گونه‌های عظیم‌الجثه‌ای همچون دایناسورها منجر شد که به مدت ۱۵۰ میلیون سال فرمانروای زمین بودند، اما از جذابیت‌های فصل، پاراگراف پایانی و مطرح‌کردن سؤالات بی‌جواب است که خواننده را به مطالعه بیشتر در گذر زمان ترغیب می‌کند.

فصل بیست‌وچهارم درباره «خاستگاه پستانداران و نخستی‌ها» است. این فصل با دو نقل‌قول از دو چهره نامور شروع شده است؛ چارلز داروین که نظریه تکامل را ارائه کرد و مولوی که معرف حضور خوانندگان این مقاله است. نظریه تکامل داروین که طرفداران علمی و مخالفان ایدئولوژیک فراوان دارد، در ردیف انقلابی‌ترین نظریات علمی جهان قرار دارد و شاید اهمیت آن کمتر از دستاورد کپرنیک نباشد. این فصل با داستان ظهور پستانداران و منشأ نخستی‌ها شروع می‌شود. تصویری هم از درخت تکاملی نخستی‌ها دیده می‌شود که سه عضو آخر آن گونه انسان، گونه شامپانزه‌ها و گونه گوریل‌ها است. همچنین تصاویر جالبی از فسیل‌های کشف‌شده در کتاب وجود دارد که به فهم عمیق‌تر کمک می‌کند. سه موضوع بسیار مهم که محل مناقشاتی در میان مخالفان نظریه تکامل است، نیز در ادامه بیان شده است؛ خاستگاه دوپایان، برآمدن نژاد انسان و تکامل مغز گونه انسان. تصویری بازسازی‌شده از یک مرد نناندرتال هم در میان نوشته‌ها خودنمایی می‌کند و بی‌شک هر خواننده‌ای دقایقی را صرف تماشای این تصویر خواهد کرد. ادامه فصل در پی خاستگاه آگاهی و خاستگاه انسان مدرن است و به‌طور مشخص دو پرسش را مطرح می‌کند:

۱- نخستین انسان نوین یا مدرن کی و کجا ظهور یافت؟

۲- فرایند جهش به انسان مدرن‌بودن چگونه رخ داد؟

سه بحث جالب‌توجه هم پایان‌بخش این فصل هیجان‌انگیز است: در جست‌وجوی مادربزرگ‌هایمان، مهاجرت اولیه از آفریقا و گونه‌زایی و تنوع. جملات پایانی این فصل به نکته خوبی اشاره دارد. فناوری‌های نوین و تحلیل داده کمک خواهد کرد تا پاسخ سؤالات بزرگ و کماکان بی‌جواب را پیدا کنیم.

فصل بیست‌وپنجم درباره «خاستگاه زبان، فرهنگ، شهرها و تمدن» است و با جمله‌ای تامل‌برانگیز از فروید شروع می‌شود: تمدن برای نخستین‌بار از آنجا آغاز شد که فردی خشمگین به‌جای پرتاب سنگ، کلمه‌ای را پرتاب کرد. در فصل قبل با نیاکان گونه انسان آشنا شدیم و حال در این فصل سفری داریم به تحولاتی که به انسان مدرن امروزی منجر شد. این فصل با موضوع نخستین ابزارهای سنگی و استفاده از آتش شروع می‌شود و خاستگاه زبان و کشاورزی را کنکاش می‌کند. نخستین شهرها و خاستگاه تمدن پایان‌بخش سفر شگفت‌انگیز این کتاب از مهبانگ تا امروز هستند.

فصل بیست‌وششم هم سخن پایانی نویسنده است و دربردارنده نگاه نویسنده متبحر کتاب به تاریخ تحول عالم و آدم است.

### ویژگی‌های کتاب

بهرام مبشر با داشتن سابقه طولانی در تدریس، تحقیق و مدیریت پروژه‌های علمی، کتابی زیبا آفریده است. کتاب ویژگی‌های کم‌نظیر و گاه بی‌نظیری دارد که آن را نسبت به دیگر آثار متمایز و ممتاز می‌کند. برای هرچه بارزترشدن ویژگی‌های کتاب برخی را به‌تفکیک ذکر می‌کنم:

۱- کتاب به زبان ساده، اما دقیق نوشته شده است. مفاهیم علمی به‌کاررفته در کتاب توضیح داده شده و هیچ مفهوم عامی جدید نیست که بدون جاانداختن مفهوم آن رها شده باشد.

۲- در کتاب از روابط ریاضی استفاده نشده است و این مسئله کمک می‌کند طیف وسیعی از خوانندگان، از دانش‌آموزان دبیرستانی گرفته تا دانشجویان همه رشته‌های علوم بتوانند از کتاب استفاده کنند.

۳- همه فصل‌های کتاب سه بخش مهم دارد: بخش اول موضوعاتی است که ابتدای هر فصل بیان شده است و خواننده می‌داند در پایان آن فصل چه موضوعاتی را باید یاد گرفته باشد. انتهای هر فصل خلاصه‌ای از آن و نیز سؤالات مهم و بنیادی و بدون پاسخ ذکر شده است. انتهای هر فصل هم پرسش‌های مروری وجود دارد.

۴- کتاب در مجموع شامل ۳۱۰ پرسش در انتهای فصل‌های کتاب است. کمترین تعداد پرسش‌ها ۱۰ سؤال و بیشترین‌شان ۲۰ سؤال است. پاسخ به این سؤالات چالش‌برانگیز به‌شدت در تثبیت مفاهیم و مرور آنها در ذهن خواننده کمک خواهد کرد؛ پرسش‌های پایانی متناسب با محتوای فصل و هوشمندانه طراحی شده‌اند، به‌گونه‌ای که خواننده برای پاسخ‌دادن مجبور است مجدد به متن فصل مورد نظر مراجعه کند و این فرایند به مرور چندباره و عمیق‌تر فهمیدن کمک شایانی می‌کند.

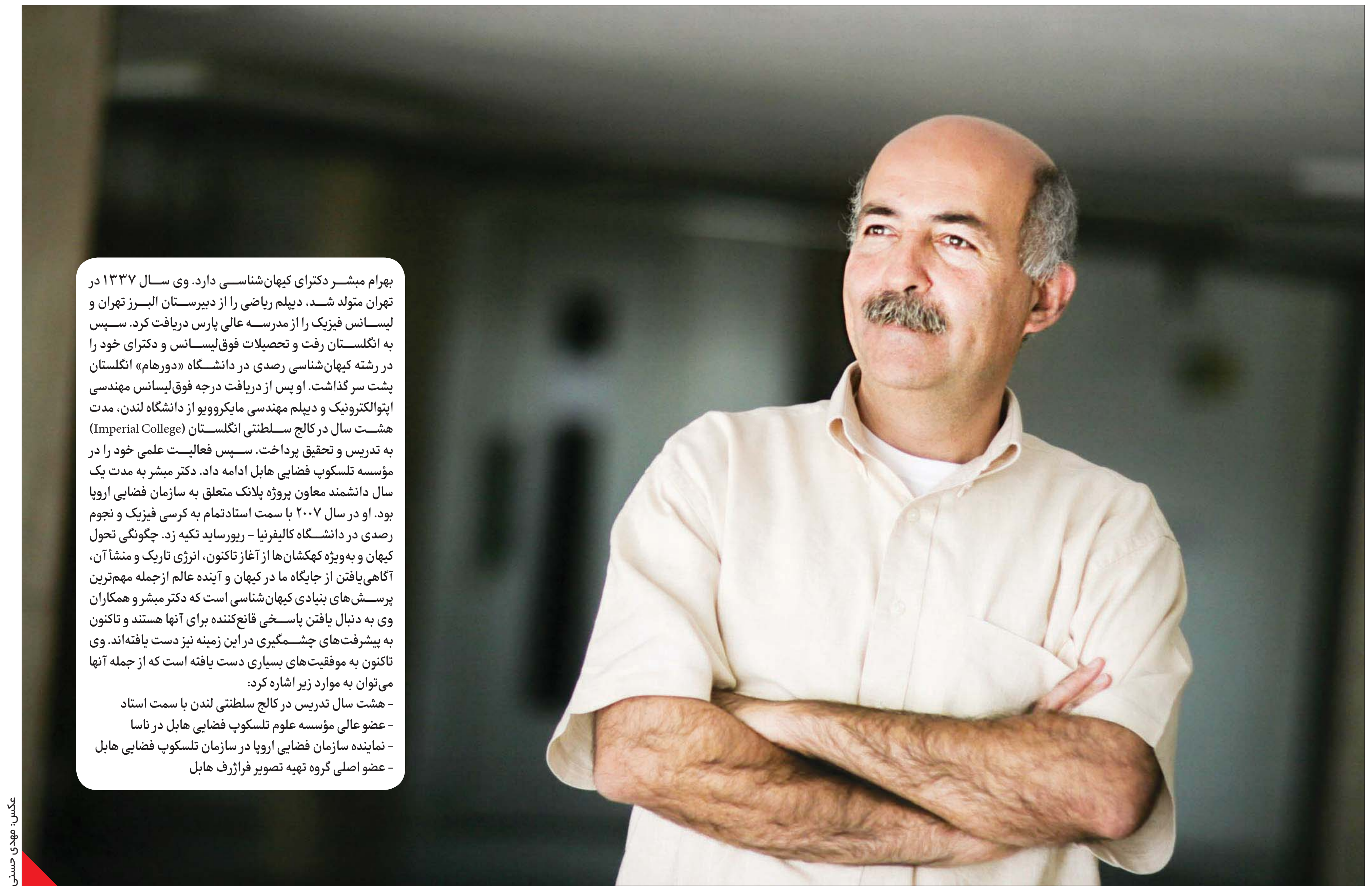
۵- کتاب از یک روند منطقی پیروی می‌کند و پیش‌نیازهای مطالب رعایت شده است. این موضوع به خوانندگانی که آشنایی کمی با مطالب علمی این‌چنینی دارند، کمک شایانی می‌کند.

۶- در کمتر کتاب علمی در این سطح می‌توان در کنار نجوم مطالب دست‌اولی از تحولات زمین‌شناختی و زیست‌شناختی هم یافت. این کار نویسنده نوآوری خلاقانه‌ای است و خوانندگان کتاب می‌توانند پس از مطالعه منظم و جدی تصویری بسیار خوب از تحولات عالم شامل زمین و تحولاتش پیدا کنند.

۷- حجم کتاب و نیز حجم مطالب هر فصل بسیار خوب است. در مقیاس دانشگاهی می‌توان هر فصل از کتاب را به راحتی در هر هفته و برای درسی سه‌واحدی یا بیشتر تدریس کرد. حتی می‌توان بدون آنکه چیزی از مطالب کتاب کم شود، آن را در یک ترم درس داد.

۸- از ویژگی‌های بسیار خوب کتاب به‌روزبودن مطالب و استفاده از آخرین تحقیقات است. مطالب و مراجع کتاب بسیار نو و معتبرند. به زبان دیگر نویسنده بسیار کوشیده تا آخرین دستاوردها را وارد متن درسی کتاب کند. این کار نه‌تنها بر جدیت و جذابیت کتاب افزوده که آن را برای لااقل یک دهه به لحاظ اعتبار مراجع و مآخذ قابل استفاده کرده است.

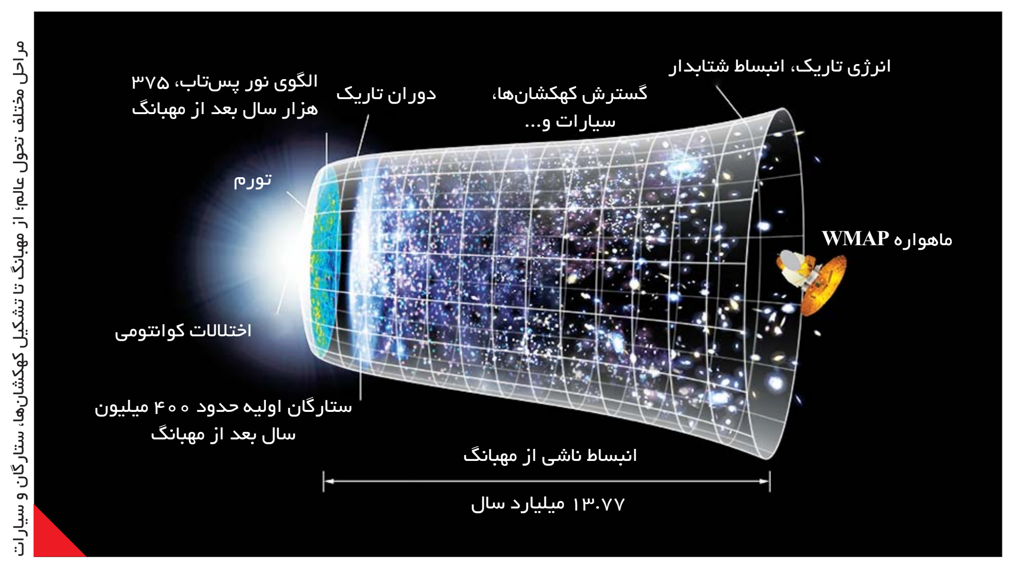
* عضو هیئت‌تحریریه فصلنامه نقد کتاب علوم محض و کاربردی



بهرام مبشر دکترای کیهان‌شناسی دارد. وی سال ۱۳۳۷ در تهران متولد شد، دیپلم ریاضی را از دبیرستان البرز تهران و لیسانس فیزیک را از مدرسه عالی پارس دریافت کرد. سپس به انگلستان رفت و تحصیلات فوق‌لیسانس و دکترای خود را در رشته کیهان‌شناسی رصدی در دانشگاه «دورهام» انگلستان پشت سر گذاشت. او پس از دریافت درجه فوق‌لیسانس مهندسی اپتوالکترونیک و دیپلم مهندسی مایکروویو از دانشگاه لندن، مدت هشت سال در کالج سلطنتی انگلستان (Imperial College) به تدریس و تحقیق پرداخت. سپس فعالیت علمی خود را در مؤسسه تلسکوپ فضایی هابل ادامه داد. دکتر مبشر به مدت یک سال دانشمند معاون پروژه پلانک متعلق به سازمان فضایی اروپا بود. او در سال ۲۰۰۷ با سمت استادتمام به کرسی فیزیک و نجوم رصدی در دانشگاه کالیفرنیا - ریورساید تکیه زد. چگونگی تحول کیهان و به‌ویژه کهکشان‌ها از آغاز تاکنون، انرژی تاریک و منشأ آن، آگاهی‌یافتن از جایگاه ما در کیهان و آینده عالم ازجمله مهم‌ترین پرسش‌های بنیادی کیهان‌شناسی است که دکتر مبشر و همکاران وی به دنبال یافتن پاسخی قانع‌کننده برای آنها هستند و تاکنون به پیشرفت‌های چشمگیری در این زمینه نیز دست یافته‌اند. وی تاکنون به موفقیت‌های بسیاری دست یافته است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

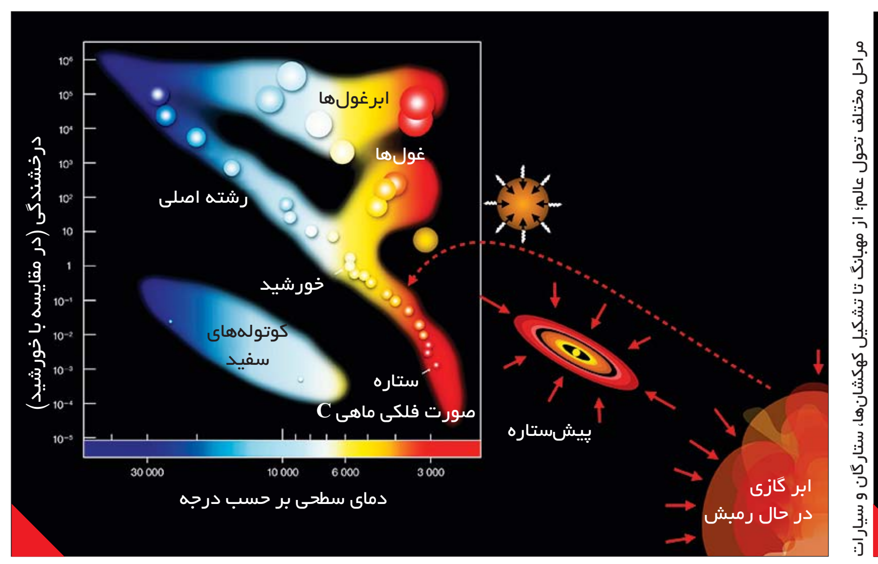
- هشت سال تدریس در کالج سلطنتی لندن با سمت استاد
- عضو عالی مؤسسه علوم تلسکوپ فضایی هابل در ناسا
- نماینده سازمان فضایی اروپا در سازمان تلسکوپ فضایی هابل
- عضو اصلی گروه تهیه تصویر فراژرف هابل

عکس: مهدی حسنی



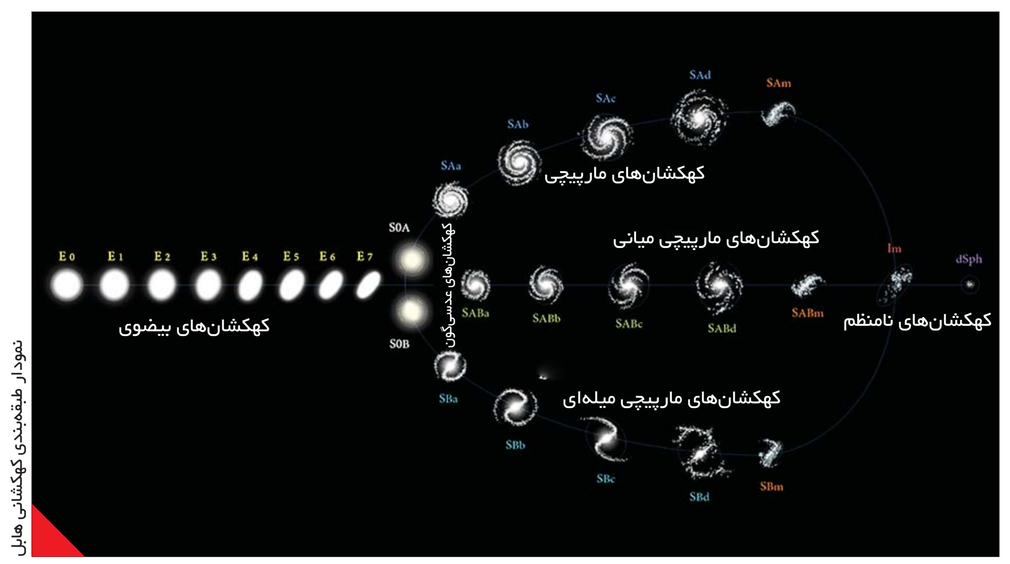


مراحل مختلف تحول عالم از مهبانگ تا شکل‌گیری کهکشان‌ها، ستارگان و سیارات





نمودار H-R (ایچ–آر) که نشان‌دهنده رابطه میان دمای ستارگان با روشنایی‌شان است. نواری که از گوشه سمت چپ-بالا تا گوشه سمت راست-پایین امتداد یافته، شاخه رشته اصلی است. محل قرارگیری ستارگان در این نوار بسته به جرم و دمای آنهاست. پیش‌ستاره‌ها به سمت رشته اصلی حرکت می‌کنند.





نمودار طبقه‌بندی کهکشانی هابل

انتخاب طبیعی

## حیات چیست؟

### پرسشی به مثابه خاستگاه زیست‌شناسی

عرفان خسروی
دیرینه‌شناس

خبر انتشار کتاب «خاستگاه‌ها»ی دکتر بهرام مبشر، خبری بسیار مسرت‌بخش و خوشحال‌کننده بوده و اختصاص چند فصل نهایی این کتاب ارزشمند نیز به خاستگاه حیات و مراحل تکامل آن تا پیدایش انسان و زبان و فرهنگ، بسیار مبارک است. البته جزئیاتی قابل اغماض در کتاب هست که تصحیح آنها در نسخه‌های بعدی می‌تواند لطف فصل‌های نهایی کتاب را دوچندان کند. مثلا نام‌های علمی جانداران که اغلب با حرف کوچک نگاشته شده‌اند (برای نمونه quetzalcoatlus و archaeopteryx) یا عدم تمایز میان نام‌های زیستی که «باید» کژنویس شوند و آنها که «نباید» کژنویس شوند، خلاف شیوه‌نامه نگارش این قبیل نام‌هاست[1] و بی‌توجهی به این شیوه معمول، مثل این است که فرمول‌های شیمیایی را بی‌توجه به شیوه توصیه‌شده از سوی اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی نگاشته باشیم. نمونه دیگر که نیازمند بازبینی است، برخی جزئیات درباره قدمت وقایع زیستی و زمان ذکرشده برای چنین وقایعی است. مثلا ۳۳ میلیون سال زودتر از تاریخی که در کتاب خاستگاه‌ها ذکر شده، پیدا شدند یا سال‌هاست که زمان انقراض دایناسورها به ۶۶ میلیون سال پیش تغییر کرده و با توجه به اینکه سه یا چهار دهه است که به قطعیت می‌دانیم پرندگان زیرگروهی بازمانده از دایناسورها هستند (که در این کتاب هم به درستی به آن اشاره شده) در کتاب‌ها و مقالات علمی به جای اینکه گفته شود «دایناسورها حدود ۶۵ میلیون سال پیش به طور کامل نابود شدند» (*خاستگاه‌ها*، ص ۲۷۸)، چنین عبارتی به این صورت دیده می‌شود که «دایناسورها به جز پرندگان (یا دایناسورهای غیرپرنده) حدود ۶۶ میلیون سال پیش منقرض شدند». البته هیچ‌کدام از این جزئیات تأثیری در کیفیت مطالعه این کتاب به عنوان منبعی عمومی برای علاقه‌مندان نخواهد داشت و مخاطبان چنین کتابی، چه کیهان‌شناس باشند، چه زیست‌شناس، قرار نیست آن را ماخذی برای آموختن این موارد قرار دهند. اما در این کتاب، موضوعی که پرداختن به آن برای زیست‌شناسان بیش از هر نکته دیگر شایسته توجه است، تعریف و ماهیت حیات است. چیستی حیات کلیدی‌ترین پرسش در دایره دانش زیست‌شناسی است و پاسخ آن، سرآغازی برای اندیشیدن به هر پرسش زیست‌شناختی دیگر. در کتاب *خاستگاه‌ها* به‌درستی به این موضوع مهم اشاره شده که با وجود تنوع خیره‌کننده ریخت‌های زندگی زمینی، تمام جانداران شناخته‌شده چیزی جز «نمونه‌ای منفرد» از حیات نیستند؛ به این معنی که تمام این اشکال زندگی، برخاسته از خاستگاهی مشترک‌اند و بنیاد یکسانی دارند و تعریف حیات براساس صفاتی معدود که در سیاره ما یافت می‌شود، باعث می‌شود از کیفیت زندگی‌های محتمل دیگری[2] که با قوانین و مواد دیگر در سایر نقاط گیتی محتمل است، غافل شویم (*خاستگاه‌ها*: حیات چیست؟ ص ۲۰۴). کتاب *خاستگاه‌ها* این بحث را به یکی از بهترین مقالاتی ارجاع می‌دهد که پیرامون این مسئله نگاشته شده است. کلی‌لند و کیبا[3] در مقاله‌ای که سال ۲۰۰۲ با عنوان «تعریف زندگی» در نشریه *خاستگاه‌های زندگی و تکامل زیست‌کره* منتشر کردند، تقریبا تمامی کوشش‌هایی را که برای تعریف حیات انجام شده مرور و نقد کرده و سرانجام نتیجه گرفته‌اند تلاش برای تعریف حیات، در فقدان نظریه‌ای جامع که طبیعت را توصیف می‌کند، درست مثل تلاش برای تعریف آب بر اساس ویژگی‌های ظاهری آن در دانش سده‌های میانه و فارغ از نظریه کوانتوم است. هر تعریف ویژگی‌محوری از آب، بدون درنظرگرفتن برایندهای نظریه کوانتوم، نمی‌تواند رفتار آب مثل هنگام یخ‌زدن را توجیه کند. جالب است که نقصان تعاریف قدیمی آب را اهل همان دوره‌ها نیز پوشیده نبوده؛ از جمله اشکالاتی که ابوریحان بیرونی در مکاتباتش با ابن‌سینا به تعریف ویژگی‌محور آب وارد کرده، نشان می‌دهد برخی مثل ابوریحان جست‌وجوی فکری برای شناخت ماهیت بنیادی آب را از مدت‌ها پیش آغاز کرده بودند.[4] اما بحث تعریف حیات در کتاب *خاستگاه‌ها* پس از ذکر مقدمه‌ای که طرح شد، دوباره به ویژگی‌های ظاهری حیات از قبیل یاخته‌ها و سوخت‌وساز و وراثت و هم‌ایستایی بازمی‌گردد و خلاف مقاله کلی‌لند و کیبا، اشاره‌ای به کوشش‌های نظری اخیر در این‌باره نمی‌کند. یکی از تأثیرگذارترین کوشش‌ها برای شناخت حیات، سخنرانی سال ۱۹۴۳ اروین شرودینگر در کالج ترینیتی دوبلین است. شرودینگر در این سخنرانی ماهیت ترمودینامیک حیات را تبیین می‌کند. در حقیقت شاید نظریه‌ای که کلی‌لند و کیبا برای توصیف طبیعت مراد کرده‌اند، همین نظریه ترمودینامیک باشد؛ کلی‌لند و چیبا در مقاله خود به این تبیین نقدی وارد کرده‌اند که در این صورت پدیده‌ای مثل آتش نیز موجودی زنده تلقی خواهد شد. اما تبیین شرودینگر همین‌جا متوقف نمانده است. ۵۰ سال پس از او، متن سخنرانی او و مقالاتی تازه به قلم دانشمندان فیزیک‌دان، زیست‌شناس، ریاضی‌دان و زیست‌شناس منتشر شد.[5] این مقالات راهگشای بسط تعریف حیات مبتنی بر نظریه ترمودینامیک هستند و به نظر می‌رسد می‌توان بر اساس همین تبیین، حیات را تعریف کرد و طبق انتظار، رفتارهای ماده زنده (از قبیل دگرگونی و رقابت) را نیز پیش‌بینی کرد. این بحث را در شماره‌های آینده در همین ستون «انتخاب طبیعی» دنبال خواهیم کرد.

**پی‌نوشت‌ها:**

۱- درباره قواعد دنیای زیست‌شناسی درباره نگارش نام‌های علمی بنگرید به واژه‌هایی از ریشه گوشت و خون: سفری به گوشه‌کنار دنیای عجیب نام‌گذاری موجودات زنده، عرفان خسروی، *دانستنیها* ۱۸۹، ۱۵ مهر ۱۳۹۶، صص ۴۲-۴۵. t.me/paleogram/542

اختلاف خلق از نام افتاد: کاربرد نام‌های علمی و عامیانه جانداران در متن‌های فارسی، عرفان خسروی، *رشد آموزش زیست‌شناسی*، ۱۰۹، پاییز ۱۳۹۷، صص ۱۱-۱۳. t.me/paleogram/851

۲- برای تعریف حیات بر اساس رویکردی که آن را فراتر از زمین نیز محتمل می‌داند، بنگرید به:

جست‌وجو برای زندگی را از کجا شروع کنیم؟ عرفان خسروی، *نجوم* ۲۳۲، آبان ۱۳۹۲، صص ۳۸-۴۳. t.me/paleogram/514

3- Defining 'life', Cleland and Chyba, *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 32, 2002, pp. 387–393 DOI: 10.1023/A:1020503324273

۴- برخی از اشکالات بیرونی را پیش‌تر اینجا شرح داده‌ام:

حیات چیست؟ آیا کتاب‌های درسی در تعریف حیات شکست خورده‌اند؟ عرفان خسروی، *دانشمند* ۶۶۵، اسفند ۱۳۹۷، صص ۸۰-۸۱. https://t.me/paleogram/949

۵- ترجمه سخنرانی شرودینگر به تنهایی در *حیات چیست و مغز و ماده*، اروین شرودینگر، ترجمه م. زاهدی، نشر مولی، ۱۳۶۱ منتشر شده. سخنرانی او و مقالات ضمیمه آن نیز در *حیات چیست، دیدگاه‌های برجسته‌ترین دانشمندان معاصر*، اروین شرودینگر، مایکل مورفی و دیگران، ترجمه محمدنبی سربلوکی، کتاب ماد، نشر مرکز، ۱۳۸۰ ترجمه و منتشر شده است.