عالم پرستاره

— ٤ —

بهرصورت نظریهٔانبساط ابعاد عالم علمای نجوم‌را بامسائل بسیارپیچیدهٔمواجه ساخته است . مثلا منجمی‌که نگاه خود را متوجه فضا میسازد در حقیقت ، از لحاظ زمان ، بگذشته های خیلی دوری برمیگردد چه موقعی نور کهکشانهای دور و مه آلود بچشم اومیرسد که دومیلیارد سال زمان ، از آن گذشته و کهکشانها دیگر در محلی‌که مامی‌بینیم نیستند . نوری که حالا تصویری از آنها را برای ما مجسم میسازد موقعی مسافرت خارق العادهٔ خود را شروع کرده است که تازه موجوداتِ ابتدائی زنده دردریاهای آنوقت بروی زمین پیدا شده بودند . دراین مدت زمانیکه نوربرای رسیدن بما صرف کرده خود کهکشانهابانداز‌هٔ یك میلیارد ویك ثلث میلیارد سال‌نور تغییر محل داده‌اند . بدین دلیل است که‌تصور فضا وعالم بازمان بستگی‌دارد ومنجمین فضا و زمان را غیر قابل تفکیك میدانند یعنی برای تشریح وضعیت یك کهکشان نه فقط باید سه‌بعد فضائی آنرا درنظر گرفت‌بلکه بُعد چهارم زمان نیزضمیمهٔ آنهاست . پس باید گفت عالم دارای چهار بُعداست که بُعدچهارم آن همان زمان است .

منجم نمیتواند عالم را از نظر زمان ومکان، مانند کُره زمین و شهرها نگاه کند چه در عالم هرشیئ دارای دوموقعیت است :

(۱) مُوقعیتی‌که ماالآن مشاهده میکنیم . (۲) موقعیت حقیقی . حتی اگرما نزدیکترین ستاره ها یعنی آلفای‌قنطورس را (Alfa centauri) در نظر بگیریم نمیتوان گفت که ما آن‌را «الآن» می بینیم چه نوراین ستاره کمی بیش ازچهارسال طول میکشد تابچشم ما برسد . پس آنچه ما الآن مشاهده میکنیم شبح ستاره‌ایست که در سال ۱۹۵۱ درخشیده وفقط درسال ۱۹۵۹ خواهیم دانست که این ستاره آیا واقعاًهنوزوجوددارد یانه ! طبیعی‌است که همین‌امربرای کهکشانهائیکه درحرکت‌اند بسیار پیچیده‌تر است زیرا هم فاصلهٔ آنها بی‌نهایت زیادتر وهم سُرعت های غیرقابل تصوری دارند .

اگر فرض شود کهکشانهائیکه ما امروز می‌بینیم ، درطی عهد های زمان سابق ، در جهت های مُنظم وباسُرعت های منظم فعلی حرکت کرده باشند ـ یعنی کهکشانهای‌دور سریع‌تر و کهکشانهای‌نزدیك باسُرعت کمتر ـ چنین نتیجه‌میگیریم که باید همه از یك جا و در زمان واحد براه افتاده باشند . طبق محاسباتیکه از روی اندازه گیری ومطالعهٔ حرکت کهکشانها بعمل آمده شروع این مسافرت آنها درفضا به پنج میلیارد سال قبل تخمین شده است . این رقم از لحاظ دیگری نیز فوق‌العاده جالب توجه است زیرا تحقیقات جدید راجع بعمر احتمالی مواد رادیو آکتیف موجود در روی قشر زمین و عُمر پیرترین ستاره ها ، طبق نظریه های جدیدی که راجع به تحول آنها مورد قبول است ، نیزهردو مارا بهمین رقم ۵ میلیارد سال‌هدایت مینماید ، طبق دلائل علمی‌زمان خلقت ، یعنی زمانی که اولین مشعل های فضاروشن شدند ودستگاه وسیع عالم براه اُفتاد ، پنج میلیارد سال قبل بوده است .

از موقعیکه خاصیت انبساط عالم کشف گردید ، نظریه های بسیاری برای توضیح آن پیشنهاد شده است . عالم بلژیکی لومتر (Abbé le Maitre) ضمن یکی ازاولین نظریه هائیکه داده شد فرض نمود که حرکت کهکشانها در اثر یك انفجار عظیم ، انفجار یك سوپر آتم (Super-Atom) ، که قطعات حاصل ازانفجار آنرا ما هنوزمشاهده میکنیم ، تولید شده است . اخیراً دکتر گامف (Dgeorge Gamov) استاد دانشگاه جرج‌واشینگتن ، نظریهٔ لومتر را بشرح ذیل تغییر داده است : بیش از پنج میلیارد سال قبل عالم در حال انقباض بوده تا اینکه‌کلیهٔ مواد و اشعه بصورت جهنمی از ذرات بهم فشرده شده ، که دارای جرم وتکاثف غیر قابل تصوری بودند ، تبدیل شد . گامف‌این حالت‌مواد بهم‌فشرده را ایلم (Ylem) مینامد(که لغت‌قدیمی انگلیسی غیر مصطلحی است بمعنای مادهٔ اصلی) . در اینحالت حرارت جرم مزبور بینهایت زیاد بوده و به میلیارد ها درجه میرسیده است . در این درجه حرارت ماده یاآتم وجود نداشت بلکه عناصر متشکل آتم بصورت آزاد در حال انقلاب وهیجان دائمی قرار داشتند . جرم عالم بعد از این مرحلهٔ بهم فشردگی فوق العاده شروع بانبساط نمود . نور وسایر اشعهٔ الکتر و مغناطیسی در فضا پراکنده شدند . حرارت

پائین آمد و موقعیکه به یك میلیارد درجه رسید ذرات بهم نزدیك شده و آتم ها تشکیل شدند. وقتی که بخارهای اولیه بوجود آمده وسرد شدند، جریانهای داخلی شدید وجاذبه آنها را بصورت گیرد باد هائی درآورده کهکشانها را تولید کردند کهکشانها ابتدا تاریك بودند ولی بتدریج از ابرهای مُتلاطم خارج شده ستاره ها بوجود آمدند و در فضا درخشیدند.

شکل ۲۶ - عالمی که ما می‌بینیم ازهمه‌طرف تافاصلهٔ دومیلیارد سال‌نور توسعه‌دارد در این نقشهٔ شماتیك هر گلولهٔ ریز سفیدی مُعرف بیلیونها کهکشان است که همه از هم میگریزند و ضمناً از گروه محلی کهکشانهای ما نیز دور میشوند (کهکشانهای گروه محلی در وسط بشکل دایرهٔزردی نموده شده‌اند). هر گلوله دارای دوموقعیت است که بوسیلهٔ خطوط سفید بهم‌مربوط اند؛ موقعیت داخلی مربوط بزمانی است که نوری را که ما فعلا مشاهده میکنیم از آن خارج شده وموقعیت خارجی که جای آنرا در حال حاضر نشان میدهد. درموقعیت داخلی یعنی جائیکه آنرا می‌بینیم هر گلوله روی صفحهٔ رنگینی قرار دارد و در اثر سرعت زیاد گلوله امواج نور بطرف آبی فشرده شده اند وحال آنکه امواج قرمز عقب‌مانده اند. سرعت دور شدن کهکشانها ازتغییر محل این نور بطرف قرمز نتیجه میشود. از سه کره که در این نقشه نموده شده داخلی معرّف کوچکترین‌فاصله‌ایست که ازآن ببعد منجمین‌قادر باندازه گیری تغییر محل نور قرمز هستند (بشعاع ۸ر. میلیاردسال نور). دومی حد دید بزرگترین تلسکوپ‌هارا تا ده سال قبل (تقریباً ٤ر۱میلیارد سال نور) وسومی حد دید فعلی را (دومیلیارد سال نور) نشان میدهند. کهکشانهای واقع بر کرهٔ سومی احتمالا حالا باسرعتی متجاوز از ۲۰۰۰۰۰ کیلومتر درثانیه درحرکت‌اند.

شکل۲۷ - دورترین کهکشانهائی که‌بشر تابحال دیده‌است دراین‌عکسی که باتلسکوپ **مونت پالمار** برداشته شده بوسیلهٔ سهم های سفید نموده شده اند. نوراین کهکشانها - که برای رسیدن بما دو میلیارد سال وقت مصرف کرده است - بقدری ضعیف است که زمان عکس برداری چنین عکسی به‌یك ساعت میرسد. ستاره‌های درشتی که‌دراین‌عکس دیده میشود ستاره‌های کهکشان خودمان اند وهیچیك باچشم تنها دیده نمیشوند.

طبق نظریهٔدیگری که‌جدیداً ازطرف چندنفر ازعلمای انگلیسی اظهار شده، برخلاف نظریهٔ گامف، برای عالم یك «حالت ثابت» پیشنهاد شده است. خلاصهٔ نظریهٔمزبور اینست که عالم دراثر یك انفجارتولید نشده بلکه خلقت دائماً درجریان انجام است، بدین ترتیب که در فضای خالی بین کهکشانها که از انبساط آنها پیدا می‌شود، ماده دائماً در حال تشکیل و کهکشانهای جدیدی در حال تولیدمیباشند.

معذلك میتوان گفت که فرض گامف از این فرض قابل قبول‌تر است زیرا در همین اواخر مطالعات ومشاهداتی بعمل آمده است که بوجود آمدن همهٔ کهکشانها

را باهم تأیید میکنند . مثلاً منجمین دریافته‌اند که کهکشانهای بیضوی خیلی دور از کهکشانهای بیضوی نزدیك قرمزتراند وتندی‌رنگ آنهارا نمیتوان ناشی‌ازخاصیت « تغییر محل قرمز » دانست بلکه علت این اختلاف رنگ را فقط میتوان بوجود تعداد زیادتری ستاره‌های عظیم قرمز و روشن‌تر در کهکشانهای دورتر نسبت داد . اما اگر توجه نمائیم که نور کهکشانهای خیلی دور که حالا بچشم ما میرسد یك یا دومیلیارد سال قبل از آنها بیرون آمده وحال آنکه نور کهکشانهای نزدیکتر چند ملیون سالی بیش نیست که براه افتاده است ، باین نتیجه میرسیم که ما کهکشانهای نزدیك‌را درمرحلهٔ ازعمرشان که خیلی پیرترشده‌اند می‌بینیم . ازطرف دیگر چون ستاره‌های عظیم قرمز دورهٔ تحول خود را بسرعت گذرانیده ومیسوزند (رجوع شود بصفحهٔ ۳۰۲) این ستاره‌هاحالا دیگرازصحنهٔ تماشای کهکشانهای نزدیکتر، وظاهراً پیرتر ، خارج شده‌اند ولی هنوز در کهکشانهای دورتر ، وظاهراً جوان‌تر ، در حال درخشیدن‌اند . پس مشاهدهٔ این اختلاف رنگ مارا دقیقاً بهمین نتیجه میرساند که کهکشانهای دور ونزدیك همه باهم پابعرصهٔ وجود گذاشته‌اند .

با وجود اینکه اتساع‌عالم ، اگر ازلحاظزمان بعقب برگردیم ، مارا درمقابل مسائل پیچیده و معضلی قرار میدهد ، وقتی میخواهیم تصوّر قسمتی از عالم را که در ماوراءِ بُرد دید تلسکوپهای امروزی قرار دارد تصور نمائیم ، باشکالات خیلی عمیق‌تری برخورد میکنیم . در اینجاست که علم نجوم جدید بکمك حواسّ انسانی میشتابد . برای تفکیك وتمایز آنچه در ظاهر مشاهده میکنیم با آنچه در حقیقت وجود دارد ، این‌علم اجباراً وارد مراحلی شده است که دیگر احساس ودرك آنها از دسترس حواس‌بشرخارج است . ولی بندبازی‌های مغز بشر ، هرچند درك آنهامشکل باشد ، برای کسی که میخواهد باسرار عالم پی‌برد وسائل لازمی هستند . نکاتیکه در طی چند صفحهٔ بعد ذکر خواهیم نمود اصول چندی ازمهمترین افزارکاری هستند که منجم امروزی برای اینکه باین سئوال خود جواب دهد : « آیا در پشت این پردهٔ دو میلیارد سال نور چه نهفته است ؟ » باید بکار ببرد . آیا اگر تلسکوپهای بزرگتری‌ساخته شود ، اقیانوسهای‌عظیم‌تری ازفضامحتوی میلیاردها کهکشان‌جدید

که باسرعتهای زیادتری دور میشوند ، دیده خواهدشد ؟ این سئوال مارا در یکی ز بن‌بست‌های بزرگ علم نجوم قرار میدهد ، زیرا دورترین کهکشانهائی را که میبینم وازما دو میلیارد سال نور فاصله دارند (محاسبه نشان میدهد که فاصلهٔ حقیقی این کهکشانها ازما درحال‌حاضر ۳ میلیارد و $\frac{1}{2}$ ام میلیارد سال‌نوراست) باسرعتی‌مساوی با $\frac{2}{3}$ ام سرعت نور درحرکت‌اند واگر تلسکوپ‌های قوی‌تری وجود داشت که برد دید مارا به $2\frac{1}{2}$ میلیارد سال نور میرسانید (یعنی کهکشانهائی را میدیدیم که فاصلهٔ حقیقی‌شان ازما ۵ میلیارد سال نوربود) طبق قانون **هابل - هیبومیسن** سرعت‌چنین کهکشانهائیکه در حد دید واقع بودند برابر با سرعت نور میشد . ولی آیا این کهکشانها را ما میتوانستیم اصولاً به بینیم ؟ چه‌اگر این کهکشانها باسرعت نور از ما فرارکنند ، طبق قوانین فیزیك عادی یعنی فیزیك نیوتنی ، نوری که از آنها راه افتاده هرگز نمیتواند بزمین برسد . همین‌جاست که منجمین منطق معمولی را نارسا دانسته و اصول نسبت انیشتین را ، که منطق ظریف وعالی‌تری است ، دراستدلالات خود داخل میکنند .

منجمین قدیم تصور میکردند که فضارا میتوان دستگاه و مبنای ثابتی دانست که حرکت « حقیقی » یامطلق ستارگان نسبت بآن قابل سنجش است . علمای فیزیك هم این نظررا تأیید میکردند زیرا فرض مینمودند که فضا از یك مادهٔ غیر مرئی بنام اتر که امواج نوررا ، مانندآب که‌امواج دریارامنتقل میسازد ، انتقال میدهد. درسال۱۸۸۷ دوفیزیك‌دان امریکائی ، میچلسن Michelson ومرلی Morley برای اثبات وجود اتر دست‌بکار تجربهٔ کلاسیکی شدند . این دوعالم چنین استدلال کردند که اگر زمین مانند یك کشتی در دریای آرامی پراز اتر حرکت کند ، درصورتیکه‌شعاع نوری درجهت‌حرکت زمین برآن بتابد بایدجریان اتر ازسرعتش بکاهد وبالعکس‌سرعت نوری که درجهت مخالف حرکت زمین بتابد باید زیاد شود . دستگاهی که برای این تجربه‌بکار بردند وبه **انترفرومتر [Interferometer]** موسوم است ، بقدری دقیق بود که میتوانست تا $1\frac{1}{2}$ کیلومتر در ثانیه تغییرات سرعت نوررا اندازه‌گیری کند (سرعت نور ۲۹۹/۷۸٤ کیلومتر درثانیه است) . ولی نتیجهٔ‌تجربه

این شد کـه نور ز هرطرف بتابد حرکت زمین اثری در سرعت آن ندارد . تجربهٔ میچلسن ومرلی بایك ضربه اثررا ازبین برد وافکار علمارا درطی ربع قرن بعد دچار تشتت نمود .

درسال ۱۹۰۵ موقعیکه انیشتین ۲۶ سال بیشتر نداشت نظریهٔ نسبیت خود را انتشار داد واین نظریه راههای تازهٔ برای علوم فیزیك باز کرد . انیشتین وجود اثررا انکار کرد ودرنتیجه فضای ثابتی که درآن حرکت « حقیقی » ونسبی متمایزباشند نیز ازبین رفت . او گفت که تجربهٔ میچلسن ومرلی این نتیجهٔ غیرقابل تردیدرا بدست داده است که حرکت زمین در سرعت نور تأثیری ندارد وآنرا تظاهری از یك قانون کلی‌تر وعمومی‌تری‌دانست . طبق استدلال اواگرسرعت نور نسبت بزمین تغییرنکند باید همین خاصیت نسبت بهریك از کهکشانهای عالم نیز حفظ شود و چون حرکت منبع نور یا جسمی که نور برآن می‌تابد نمیتواند باعث زیاد شدن سرعت نور گردد چنین نتیجه گرفت که هیچ جسمی درعالم نمیتواند سریع‌تر ازنور حرکت کند .

از روی اصول فوق انیشتین تعدادی معادلات ریاضی بدست آورد کـه جزء لاینفك فیزیك ونجوم جدید شده‌اند و مخصوصاً معادلهٔ که فواصل وزمان را باسرعت مشخصی ناظر مرتبط میسازد اهمیت خاصی دارد . مثلاً اگر ما دو کهکشان‌راکه در دوجهت مخالف زمین قرار دارند وهریك باسرعتی مساوی $\frac{۲}{۳}$ ام سرعت نور از مادور میشوند درنظر گیریم ، آیا طبق قانون معمولی جمع سرعتها باید بگوئیم کهدوشخص ناظر فرضی که دراین‌دو کهکشان هستند ، یکدیگررا باسرعتی معادل با $\frac{۴}{۳}$ ام‌سرعت نور در حال دور شدن ازهم می‌بینند ؟ نه ! زیرا طبق نظریهٔ نسبیت دو نـاظر مزبور مسافات و زمان را بطریقی غیر از آنکه مادر روی زمین انجام میدهیم اندازه گیری خواهند کرد و سرعتی کـه هریك نسبت بدیگری پیدا میکنند کمتر از سرعت نور خواهد بود .