عالم پرستاره

— ۲ —

تاسالهای اخیر که فیزیك اتمی پیشرفت کامل نکرده بود این طبقه بندی وروابط بین ابعاد و رنگ ستاره ها قابل توضیح نبود ولی پس از بررسی ارتباط بین حرارت و فعل و انفعالات اتمی، که اساس فروزندگی ستاره ها بر آنست، مُنجمین دریافتند که انواع مختلف ستاره ها در مراحل مُختلف تحوّل خود هستند و ثابت کردند که بطورکلی عُمر یك ستاره مراحل زیررا طی میکند:

۱ ـ تا موقعیکه ستاره قریب ۱۵ در صد هیدرژن خود را مصرف نماید بطور مُرتّب وبدون تغییر محسوسی میسوزد. نواخت سوزش هرستاره بستگی بابعاد آن دارد: ستاره های درشت تند تر از ستاره های ریز میسوزند.

۲ ـ پس از تبدیل ۱۵ در صد از هیدرژن مرحلهٔ تحول دیگری در عُمرستاره ظاهر میشود بدین معنی کـه ستاره بقیهٔ ۸۵ در صد سوخت خود را بدون مُراعات صرفه جوئی میسوزاند بقسمیکه زمان مصرف این ۸۵ در صد بازمان مصرف ۱۵ در صد اوّلی برابر است. در این مرحله ستاره سرد و حجمش زیاد میشود تا وقتی که قُطرش به ۵۰ الی ۱۰۰ برابر قُطر اصلی برسند و ستاره‌های عظیم قرمز، که دراین مرحلهٔ تحوّل‌اند، حجمشان ممکن‌است گاهی بهشت‌میلیارد برابرحجم خورشید برسد.

۳ ـ در اواخر مرحلهٔ قبلی، موقعیکه ۶۰ در صد از هیدرژن ستاره بمصرف رسید، فشار داخلی ستاره کم میشود و نَفخی که پیدا کرده بود ازبین میرود وحجمش کاهش می‌یابد. در ضمن فشرده شدن معمولاً ستاره وضع غیرثابتی دارد و دراینحالت است که گاهی متناوباً تغییر رنگ میدهد (Pulsating Stars) و گاهی نیز ممکن‌است مُنفجر شود وبصورت یك نُوا (Nova) درآید وبالاخره بستارهٔ خاموش‌سفید و ریزی (white Dwarfs) تبدیل گردد. ستاره دراین مرحلهٔ عُمر خود فقط دراثر حرارت حاصل از فشرده شدن گداخته شده و کمی میدرخشد وبقدری مُترا کم‌است که وزن آن ممکن است بچند تُن در هرسانتیمتر مکعب برسد.

مراحل زندگی یك ستاره طبق اصول علمی که فوقاً تشریح شد در شکل ۲۰ نموده‌شده‌است . این مراحل در ستاره‌های دستهٔ دوّم متمایز و واضح‌اند زیرا کهکشانهای بیضوی و « انبوه‌های دانهٔ » که از این ستاره ها تشکیل‌شده فاقد ابر و غُبارهای مُولّد ستاره‌ها می‌باشند و درنتیجه ستاره های مذکور بحالت تجرّد زندگی کرده از موقع خلقتشان مواد جدیدی بآنها اضافه نمیشود و بدین‌ترتیب هریك کلیهٔ مراحل نظری فوق را طی می‌کنند . ستاره های دستهٔ اول نیز ، هرچند ازهمهٔ این‌مراحل میگذرند، ولی در مجموعهٔ آنها تغییرات کلی محسوسی مُشاهده نمیشود ، چه درحوالی آنها ، یعنی در بازوهای کهکشانهای مارپیچی ، مقادیر زیادی گاز و غُبار یافت میشود که بجای ستاره‌های سوخته و از بین رفته ستاره‌های عظیم آبی جدیدی تولید مینمایند . بدین مُناسبت‌است که نور کهکشان ماهمواره بهمان رنگ آبی‌خود باقی‌میماند . ولی‌طبیعی است که چون تدریجاً گازهای فضا بستاره‌های آبی تبدیل یافته وستاره های آبی پس ازطیّ مراحل‌مختلف خاموش میشوند ، کهکشان نیز بطرف ضعیف شدن و زردشدن سیر مینماید و در حال حاضر نیز تعداد ستاره‌های قرمز و زرد و کوچك آن خیلی زیادتر از ستاره‌های عظیم آبی است . معذلك هنوز خیلی بآخر عُمر کهکشان مانده است : شاید هنوز پنج میلیارد سال دیگر لازم باشد تاآخرین‌ستارهٔ این‌دستگاه عظیم سوخته وخاموش شود . آن‌وقت کهکشان ما درتاریکی‌شب دائمی فروخواهد رفت .

شکل ۱۹ وشکل۲۰ - انواع ستاره ها بدو دستهٔ متمایز تقسیم میشوند . یك دسته (شکل ۱۹) ستاره‌هائی هستند که درباز وهای کهکشانهای مارپیچی قرار دارند . دستهٔ دیگر (شکل ۲۰) در « انبوه‌های دانهٔ » یافت میشوند . در این دوشکل هردو دسته برحسب رنگ وابعاد و طبقه بندی شده ، مقیاس سمت‌چپ نسبت قطر آنها را بقطر خورشید نشان میدهد ، وحرارت‌ستاره‌ها برحسب‌رنگ آنها دربائین‌نموده شده‌است . ستاره‌های دستهٔ اول‌تابع‌قانون سادهٔ هستند ، ستاره‌های درشت آبی‌تر و ستاره های ریز قرمزترند . ولی بین رنگ و ابعاد ستاره های دستهٔ دوم رابطهٔ پیچیده تری وجود دارد بدین معنی که ستاره های این دسته در شروع زندگی ، نظیر ستاره های دستهٔ اول ، ستاره‌های قرمز ریزی هستند (شکل ۲۰ - قسمت پائین و سمت راست) ولی بزودی این ستاره ها بستاره‌های عظیم قرمز وسرد مبدل میشوند سپس مجدداً بصورت ستاره‌های کوچکتر وگرمتری که متناوباً تغییر رنگ میدهند درمیآیند و بالاخره تبدیل بستاره‌های منفجر شوندهٔ نوا (Nova) وستاره‌های ریز سفید میشوند . این تغییر شکل ها در اثر تحول ستاره بوجود میآید چه درشروع زندگی هردو نوع ستاره باهم مشابه‌اند . خط معرف تحول زندگی ستاره‌های دستهٔ اول

در **شکل ۲۰** نیز ، محض مقایسه ، بصورت نقطه‌چین نموده شده و قسمتی که بوسیلهٔ علامت ابرو مشخص شده ، رنگ‌ها و ابعاد اولیهٔ ستاره‌های این دسته را نشان میدهد . ستاره‌های کوچك دستهٔ دوم در روی این خط نقطه‌چین واقع‌اند ولی ستاره‌های درشت‌تر راه تحول دیگری‌را پیموده‌اند .

شکل ۲۱ - بازوهای مارپیچی در حاشیهٔ کهکشان آندرومد ، خواهر دو قلوی کهکشان‌ما ، پراز ستاره‌های آبی جوان دستهٔ اول است که درخشندگی زیادی دارند (**شکل۱۹**) این قسمت از کهکشان که $\frac{1}{30}$ ام تمام آنست تقریباً ۱۱۰۰۰ سال نورقطر دارد .

شکل ۲۲ - یك « انبوه‌دانهٔ » که دربالای صفحهٔ اصلی کهکشان‌ما درفضا معلق است از یك ملیون ستارهٔ دستهٔ دوم تشکیل شده که خیلی نزدیك بهم قرار دارند وکلیهٔ مراحل زندگی ستاره‌های این دسته دربین آنها دیده میشود (شکل ۲۰) قطر این انبوه تقریباً ۲٤٥ سال‌نوراست .

ستاره‌های دو قلو و چندقلو

بین هزارها میلیارد ستارگان کهکشان تعداد کمی ، مانند خورشیدها ، درفضا **تنها** بگردش خود میپردازند . بیش از سه ربع آنها جزو ستارگانی هستند که باهم بطور دسته جمعی در حرکت‌اند و هردسته ممکن است از دو تا انبوه بسیار متعددی از ستارگان ، که دور مراکز ثقل مشترك میگردند ، تشکیل شود . در بسیاری از این دستگاههای وابستهٔ بهم ، از سطح ستاره هائیکه دراثرجاذبهٔ متقابل تغییرشکل داده ، و با سرعت زیادی حول محور خود و بدور همراهان خود میچرخند ، مقادیر زیادی گاز در فضا پرتاب میشود و بصورتهای مختلفی ، که نمونهٔ آنها در اشکال ۲۳ و ۲٤ و ۲۵ مشاهده میگردد ، مانند حلقه یا صفحه یا مارپیچ ، آنها را احاطه مینماید .

اولین‌ستارهٔ چندقلوئی که کشف شد ستارهٔ میزار (Mizar) ، یعنی ستارهٔ ماقبل‌آخر دم دب اکبر بود که دوتا ازهمراهان آن با چشم تنها نیزدیده میشوند . ستارهٔ عظیم آبی شعرای یمانی (Sirius) نیز ستارهٔ ریز سفید رنگ سنگینی همراه دارد بنام پپ (Pup)یعنی تولهٔ سگ بمناسبت اینکه شعرا خود جزوصورت **Canis Major** است که خیلی از زمین درشت‌تر نیست . بزرگترین ستاره های دوقلو ستارهٔ اپسیلن حامل‌المعز است (Auriga,3) که ازیك ستارهٔ عظیم زرد که قطرش ۲۵۰ برابر قطر خورشید است و یك ستارهٔ بینهایت عظیم‌تر سرد وتاریك ، با قطری ۳۰۰۰ برابرقطر خورشید ، تشکیل گردیده است .

ستارهٔ قطبی از سه‌ستاره ، وکاستر (Castor) ازشش ستاره ترکیب یافته‌اند .

ستاره های دو قلو و چند قلو از راه های مختلف تولید میشوند . طبق نظریات جدید بیشتر ستاره‌های چندقلو از ابتدا ، درموقع غلیان وانقلاب گازها و ابرهائیکه کهکشان را بوجود آورده ، تشکیل شده‌اند .

شکل ۲۳ - یك ستارهٔ اغوائی (Purple pleione) ازصورت ثریا (پروین) . این ستاره بقدری سریع بدور خود میچرخد که مثل بشقاب پرنده‌ای پهن‌شده وحلقهٔ قرمز تیره‌رنگی از هیدرژن دور آنرا احاطه کرده است . موقعیکه گازهای متحرك از استوای ستاره میگذرند مانع عبور روشنائی بنفش آن میشوند .

شکل ۲۴ - یك‌ستارهٔ‌دوقلو Rwpersel که دوسایهٔ برنگ مختلف برروی سنگهای یك سیارهٔ خیالی‌انداخته است . یکی‌ازدوستاره بزرگتر وبرنگ نارنجی ودیگری کوچکتر ، آبی رنگ وروشن‌تر است که کمربندی ازهیدرژن مشتعل دور آنرا فرا گرفته است .

شکل ۲۵ - یك‌مار پیچ متحرك ، مرکب‌از گاز هیدرژن درحال اشتعال ، که ازحرکت ستارهٔ دوقلوی بتالیر (Bera lyrae) پیدا شده ، چنانکه از روی یك سیارهٔ فرضی میتوان رؤیت کرد . ستارهٔ بزرگتر آبی که با سرعت زیاد میچرخد از منطقهٔ استوائی خود مقداری گاز بیرون میدهد که قسمتی از آن دور ستارهٔ کوچکتر را گرفته وقسمت دیگر درفضا پرتاب ورفته رفته محو میشود . ستارهٔ درشت آبی بدینصورت سوخت‌خودرا باعجلهٔ زیادی بمصرف رسانیده واحتمالاً زود خاموش خواهدشد . ضمناً باید درنظرداشت که دراثر تسلیم مقداری ازمواد خود بستارهٔ کوچکتر در نواخت احتراقش کمی تأخیر حاصل میشود .

عالم در حال انبساط و افزایش حجم است

تاریخ نُجوم را میتوان مسابقهٔ درتوسعهٔ اُفق دید بشر دانست . دربدو امر این افق بتأنی توسعه می‌یافت : بین عهد تاریکی که بشر آسمان را ــ این گنبد باعظمت و جلال راکه مشعلهای طلائی بر آن آویزان کرده‌اند ــ فقط چند فرسنگی بالاتر از سطح زمین میدانست ، تا موقعیکه حدس مسافات وفواصل عالم او را متوحش‌ساخت چندین قرن گذشت . حتّی در اوائل قرن حاضر نیز بُرد نجوم در حدود سیّارات و ستارگان بود ، وفقط درهمین‌بیست‌و پنج‌سال‌آخر است که چشم انسانی‌با کهکشانهای عالم خارج آشنا شد .

کسی که ازبین منجمین در باز کردن این‌راه سهم مهمی دارد منجم‌آمریکائی **اودین‌هابل** (Edwin Hubble) رئیس‌سابق رصدخانهٔ مونت‌ویلسن‌در کالیفرنیاست که در سال ۱۹۲٤ با عکسهائیکه بـر داشت و انتشار داد ، ثابت کرد که لکه های روشنائی دور و مه‌آلودی که منجمین اجرامی مرکب ازگـاز و غبار دانسته و بنام

نبولز (Nebula) میخواندند ، در حقیقت هر یك دستگـاههای عظیمی مرکب از میلیاردهاستاره ونظیر کهکشان ماهستند . هابل بقیّهٔ عمرخودرا درمطالعهٔ کهکشانها، اندازه گیری فواصل آنها ، تعیین محل‌شان در فضا ، وازهمه مهم‌تر ، تدقیق در حرکت آنها صرف کرد . نکتهٔ که در حرکت کهکشانها توجه او را جلب کرد این بود که ، بعکس مُلکول های یك گاز که بطور تصادفی و بدون هدف مُعیّنی درحرکت‌اند ، حرکت کهکشانها تابع قوانین منظّم ودقیق بنظر میآمد . چنین استنباط نمود که‌هر کهکشانی ، در هر جای فضا واقع باشد ، با سرعتی متناسب با فاصله‌اش از منظومهٔ شمسی مادور میشود ، یعنی هرقدر فاصله‌اش نسبت بما زیادتر باشدسرعت دورشدنش از مازیادتر است . هابل و همکارش هیومیسن (Milton L. Humason) دست بکار پیدا کردن نسبت منظور شدند و در سال ۱۹۲۹ مُعادلهٔ را کـه در علم نجوم اهمیّت وافری کسب کرده وامروزه بقانون هابل - هیومیسن مشهور است انتشار دادند . این مُعادله بزبان ریاضی بدینصورت نوشته میشود : $Vm = 61\ r$ یعنی اگر فـاصلهٔ کهکشانی‌نسبت بما R میلیون‌سال نور باشد باسرعتی‌مساوی ۶۱ برابر R ، برحسب کیلومتر در ثانیه ، از ما دور می شود . مثلاً کهکشانی که بفاصلهٔ ۱۰۰ ملیون سال نور قرار دارد باسرعتی مساوی ۱۰۰×۶۱=۶۱۰۰ کیلومتر در ثانیه و کهکشانهای بفاصلهٔ یك هزار ملیارد سال نورباسرعت ۶۱۰۰۰ کیلومتر درثانیه ،یعنی تقریباً $\frac{1}{5}$ـ اُم سرعت نور ، از ما دور میشوند .

پس چنین بنظر میآید که عالم در اطراف مـا ، در همه جهت ، اتّساع پیـدا میکند وهمهٔ کهکشانها ازما فرار میکنند . ولی نباید چنین تصور نمود که علم‌نجوم جدید بافکار اولیهٔ بشر بدوی،که خودرا درمرکز عالم تصور میکرد ، برگشته باشد چه امروزه میدانیم که همانطورکه زمین در مرکز منظومهٔ شمسی واقع نیست ، این منظومه یا کهکشان یا گروه محلی نیز در مرکز عالم قرار نگرفته اند ، بلکه اگر عالم را مانند یك‌گوی لاستیکی فرض کنیم که کهکشانها مانند لکه ها کوچکی‌بر سطح آن قرارگرفته باشند ، موقعیکه گو باد میکنند ، هریك از لکه ها ازدیگری دور میشوند . یا اگر عالم‌را به یك ابر عظیم متشکل از گاز دقیق تشبیه نمائیم که

درآن هر کهکشان یکی ازملکول های گاز باشد ، اگراین ابر گاز بطوریکنواخت و در همه سمت اتّساع پیدا کنند بقسمیکه در مدت زمان معینی فاصلهٔ هر ملکول از ملکول دیگری دوبرابر شود ، بنظر ناظرینی که در هریك از کهکشانها فرض میشوند ، کهکشانهای دیگرباسرعت های متناسب بافواصل‌شان از آنها دورمیگردند.

اثبات فرار کهکشانها از تجزیهٔ نورآنها نتیجه شده است : اگر نور کهکشان دوری را بوسیلهٔ طیف یاب (spectroscop) تجزیه نمائیم ، همان خط های تاریك و روشنی راکه از یك منبع نور ثابت بدست میآوریم عیناً می‌بینیم ، ولی هرخطی‌بطور مرتب بطرف رنگ قرمز ، یعنی امواج بلند طیف نور ، تغییر محل میدهد . در روی طیف نور فاصلهٔ این تغییرمحل مستقیماً متناسب باسرعت دورشدن کهکشان‌مربوطه است ـ این خاصیت نوررا که بنام « تغییرمحل قرمز » مینامند میتوان بـا خاصیت صوت که همه بدان آشنا هستیم مقایسه کرد : صدای شیئی متحرکی درموقع نزدیك شدن زیر ودرموقع دُورشدن بم میشود . هر کس در امتداد راه‌آهنی ایستاده ودقت کرده باشد متوجه شده است که صدای سوت لکوموتیو درموقع نزدیك شدن بترن بلند و گوش خراش میشود و در موقع دور شدن پائین تر میافتد . دلیل تغییر صدای صوت اینست که‌امواج‌صوتی‌درموقع نزدیك شدن‌بترن تحت فشارقرار گرفته کوتاهتر میشوند و بالعکس در موقع دور شدن بترن طول موج آنها درازتر میشود . بهمین ترتیب امواج نور جسمی که در فضا بما نزدیك میشود بطرف رنگ‌آبی ، یا امـواج کوتاه طیف نور ، فشرده شده ، درصورتیکه امواج نور شیئی که دور میشود بطرف قرمز ، یعنی سمت امواج بلند طیف نور ، جا بجا میشوند . بدین ترتیب ثابت میشود که کهکشانهای عالم خارج ازما دور میشوند .

چون علل دیگری نیز وجود دارد که ممکن است باعث قرمز شدن نوراجسام سماوی شود ، بعضی ازعلماءِ دربارهٔ این موضوع تردید پیـدا کـرده سعی نموده اند خاصیت « تغییر محل قرمز » را بطرق دیگری توضیح دهند ولی اشتباه این قبیل استدلالات هریك بنوبهٔ خود ثابت شده و امروزه عقیدهٔ عموم علماءِ براین است کـه فرار کهکشانها غیر قابل تردید ویکی ازمظاهر واقعی وحشت زای اسرارعالم است .