فصل اول

تعاریف و مفاهیم پایه

۱ـ۱ مقدمه

آنچه کرهٔ زمین و ستارگان دیگر در آن قرار دارند و ما شب‌ها گوشهٔ بسیار کوچکی از آن را می‌بینیم، فضای پایان‌ناپذیری است که حتی با قدرت اندیشه و خیال هم نمی‌توان به پایان آن رسید. با وجود پیشرفت‌های شگفت‌انگیز علوم و فناوری، هنوز در رابطه با زمان و چگونگی پیدایش عالم هستی جواب قطعی وجود ندارد. بر اساس رایج‌ترین مدل کیهان‌شناسی[۱]، حدود ۸۲/۱۳ میلیارد سال پیش، در اثر انفجار گوی بسیار متراکم و با دمای بسیار بالا، فضا و زمان و مادهٔ کیهانی‌ای که در آن زندگی می‌کنیم با هم پدید آمدند (Planck Collaboration, 2015: 31). پس از گذشت حدود ۴۰۰ هزار سال از لحظهٔ انفجار، بیشتر مادهٔ کیهانی را اتم‌های هیدروژن، هلیوم و به مقدار کمتری لتیوم تشکیل می‌داد (Fumagalli et al., 2011). این ماده، ضمن سرد شدن، در فضای کیهانی پراکنده می‌شد. سپس ابرهای عظیمی از این عناصر اولیه پدید آمدند که در اثر نیروی جاذبه درهم آمیخته شدند تا اینکه ستاره‌ها، منظومه‌ها، و کهکشان‌ها شکل گرفتند. حدود ۱۰ میلیارد سال پیش، کهکشان‌هایی مانند راه شیری، که هریک از چند میلیارد ستاره تشکیل شده‌اند، به عنوان واحدهای اساسی جهان پدید آمدند (گریبین، ۱۳۶۶). در درون هر کهکشان، ستاره‌ها پس از شکل‌گیری همواره بر مدارهای طولانی خود بر گرد مرکز کهکشان می‌چرخند، تا

---

۱. فرضیهٔ بیگ‌بنگ (انفجار بزرگ)

اینکه بر اثر انفجار اَبَرنواختری از بین می‌روند. البته، با گسترش پیوستهٔ جهان، کهکشان‌ها خود نیز در حال دور شدن از یکدیگرند.[۱]

سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی به طور عمده، به دلیل فاصلهٔ متفاوت آن‌ها از خورشید، با یکدیگر تفاوت دارند. آنهایی که به خورشیدِ جوانِ در حال تشکیل نزدیک‌تر بودند در معرض بیشترین گرما قرار گرفتند و این امر باعث شد که بسیاری از مواد سبکِ تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها خارج‌شده در فضا رها شوند. به این دلیل است که تیر، ناهید، زمین، و بهرام اجسام کوچک سنگی هستند. با این همه، در فواصل دور از کرهٔ خورشید سیاره‌هایی تشکیل شدند که حتی توانستند گازهای سبکی مانند متان و آمونیاک را جذب نمایند. از این رو، سیاره‌های غول‌پیکر مشتری، زحل، اورانوس، و نپتون شاید به همان اندازه مواد سنگی دارند که کرهٔ زمین؛ اما این مواد در ژرفای لایهٔ ضخیم هواکرهٔ گازی آن‌ها پوشیده شده‌اند.

همچنان که زمین شکل می‌گرفت، گرم می‌شد. در آغاز، با بارش ذرات و برخورد آن‌ها با سیارهٔ در حال تشکیل، انرژی پتانسیل گرانشی به گرما تبدیل می‌شد. افزون بر این، عناصر رادیواکتیو درون هستهٔ سیاره با تجزیه به عناصر پایدار به سهم خود ایجاد گرما می‌کردند ـ فرایندی که امروز نیز با آهنگ کندتری ادامه دارد. سیارهٔ جوان و غنی از آهن باید در نخستین ده‌ها یا صدها میلیون سال پس از تشکیل خود به صورت مذاب بوده باشد و، در نتیجه، قطرات آهن گداخته راهشان را از میان مواد سنگی و سبک‌تر به درون و به سوی هستهٔ آن باز می‌کردند و آن مواد سنگی و

---

۱. «و السماء بنیناها بأیدٍ و انّا لموسعون». ما آسمان را با قدرت بنا کردیم و همواره آن را وسعت می‌بخشیم (سورهٔ ذاریات، آیهٔ ۴۷). در تفسیر نمونه آمده است که «با توجه به مسئلهٔ آفرینش آسمان‌ها در جملهٔ قبل، و با توجه به کشفیات اخیر دانشمندان در مسئلهٔ گسترش جهان، که از طریق مشاهدات حسی نیز تأیید شده است، معنی لطیف‌تری برای آیه می‌توان یافت و آن اینکه خداوند آسمان‌ها را آفریده و دائماً گسترش می‌دهد». علم امروز می‌گوید: «نه تنها کرهٔ زمین بر اثر جذب مواد آسمانی تدریجاً فربه‌تر و سنگین‌تر می‌شود، بلکه آسمان‌ها نیز در گسترش‌اند، یعنی ستارگانی که در یک کهکشان قرار دارند به سرعت از مرکز کهکشان دور می‌شوند».

سبک به صورت شناور در بالا می‌ماندند و، پس از سرد شدن، پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دادند. مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ پوسته‌ای را که بر روی آن زندگی می‌کنیم نمی‌توان نمونه‌ای از مواد سازندهٔ همهٔ حجم زمین انگاشت و مواد سازندهٔ هواکره‌ای که تنفس می‌کنیم حتی از آن هم کمتر نشان‌دهندهٔ مواد موجود در کل زمین است. برای مثال، پوستهٔ زمین ۵٪ آهن در بر دارد، اما مقدار آهن در کل این سیاره ۳۲٪ است. سیلیسیم، که تنها ۱۵٪ جرم سیاره را تشکیل می‌دهد، سازندهٔ ۲۸٪ پوسته است (Karato, 2008).

زهره و بهرام سیاره‌های سنگی هستند و تقریباً به همان شیوهٔ تشکیل زمین پدید آمده‌اند. سیارهٔ زمین از اقیانوس‌های آب پوشیده شده است. بهرام سیارهٔ سرد و خشکی است که هواکرهٔ رقیقی دارد و زهره دارای هواکرهٔ بسیار غلیظی است که گرد سطح سوزانش را فرا گرفته است؛ به نظر می‌رسد که این اختلاف‌ها نتیجهٔ مستقیم اختلاف فاصلهٔ این سیاره‌ها از خورشید باشد. اگر خورشید اندکی گرم‌تر بود، زمین بیابانی بسیار گرم با هواکرهٔ غلیظی از اکسید کربن می‌شد. اما اگر چنین می‌بود، آنگاه مریخ می‌توانست گرمای کافی برای جاری شدن آب و شکفتن زندگی داشته باشد. اگر گرمای خورشید اندکی کمتر بود، در آن صورت زمین ما ممکن بود سرنوشتی مانند مریخ داشته باشد، اما زهره می‌توانست به صورت سیارهٔ دلپذیری با اقیانوس‌ها و آسمان ابرآلود باشد. معنی ضمنی این بحث آن است که اگر دربارهٔ جای دقیق سیاره‌ای که زندگی در آن امکان‌پذیر باشد بیندیشیم، وجود ستاره‌ای مانند خورشید، تقریباً به گونه‌ای ناگزیر، وجود سیاره‌ای مانند زمین را لازم می‌آورد.

در منظومهٔ شمسی این حالت برای سومین سیاره از خورشید روی داده و صحنه برای پدیدار شدن زندگی فراهم شده است. دربارهٔ وضعیت آینده چه می‌توان گفت؟ خورشید به مدت ۴ میلیارد سال کم‌وبیش به حالت کنونی وجود داشته است. در مرکز خورشید، اتم‌های هیدروژن طی واکنش همجوشی هسته‌ای به اتم تبدیل می‌گردند و از این طریق گرمای بسیار زیادی تولید می‌شود، اما سرانجام ذخیرهٔ هیدروژن به پایان خواهد رسید. در آن هنگام بخش درونی خورشید به‌آرامی فرو خواهد ریخت و، با گداز هلیوم و تبدیل آن به کربن با واکنش‌های هسته‌ای، گرمای

آن افزون‌تر خواهد شد. این گرمای افزایش‌یافتهٔ درونی باعث خواهد شد تا لایه‌های بیرونی خورشید انبساط یابند و آن را به ستارهٔ سرخ بزرگی بدل سازند که سیاره‌های مجاورش را در میان خواهد گرفت و آن‌ها را به خاکستر تبدیل خواهد نمود، اما این حالت‌ها به زودی رخ نخواهد داد؛ زیرا خورشید در چرخهٔ زندگی خود تنها نیمی از راه را پیموده و اکنون در میانسالی است و سرانجام در این مورد دست‌کم ۴ میلیارد سال دیگر تا پایان عمرش زمان لازم است.

فراوانی اصطلاحات و مفاهیم مرتبط با کیهان‌شناسی و زمین در فضا ممکن است ما را در فهم درست و آسان مباحث دچار مشکل کند. به این دلیل، نویسنده در فصل حاضر کتاب سعی دارد که، با عرضه کردن تعاریف و مفاهیم پایه، به صورت ساده، مطالعهٔ فصول بعد را آسان‌تر کند.

۲ـ۱ تعاریف ستاره، سیّاره، نواختر و سحابی

۱ـ۲ـ۱ ستاره[1]

ستارگان در ابرهای بزرگی از ملکول‌ها، که در محیط میان‌ستاره‌ای[2] رقیقی قرار دارند، شکل می‌گیرند (Smith, 2004). پس از مدتی این ملکول‌ها به صورت توده‌های متراکم‌تر نمایان می‌شوند و، در ادامه، هستهٔ اولیهٔ ستاره به وجود می‌آید. در روند تکامل، دو عامل چرخش و گرانش سبب می‌شوند تا ستاره شکل کروی پیدا کند. این جرم نسبتاً کروی از گازی متراکم و بسیار گرم تشکیل شده است. دمای داخلی آن به حدی زیاد است که شرایط لازم برای همجوشی هسته‌ای[3] فراهم می‌شود و، در نتیجه، بخش مرکزی ستاره مانند یک نیروگاه هسته‌ای انرژی تولید می‌کند. چون دمای داخلی ستاره بسیار زیاد است، لذا مادّه در آن نمی‌تواند به صورت جامد یا مایع وجود داشته باشد. گازهایی که ستارگان را تشکیل می‌دهند بسیار غلیظ‌تر از گازهایی هستند که معمولاً در سطح زمین وجود دارند. چگالی‌های فوق‌العاده زیاد آن‌ها در نتیجهٔ فشارهای عظیمی است که در درون آن‌ها وجود دارد.

1. Star
2. Interstellar Medium
3. Nuclear Fusion

ستارگان در فضا حرکت می‌کنند ولی در نتیجهٔ فاصلهٔ بسیار زیاد میان ما و آن‌ها حرکت ستارگان به‌آسانی مشهود نیست. این ثباتِ ظاهریِ مکانِ ستارگان موجب شده است که نام متداول «ثوابت» به آن‌ها اطلاق شود. یکی از ستاره‌های کاملاً آشنا، که نزدیک‌ترین ستاره به زمین می‌باشد، خورشید است.

۲ـ۲ـ۱ سیّاره

بر اساس رأی اتحادیهٔ بین‌المللی اخترشناسی، سیاره[1] عبارت است از: «هر جسم آسمانی‌ای که الف) در مداری به دور خورشید بگردد، ب) جرم کافی داشته باشد تا نیروی خودگرانشی‌اش بر نیروهای پیوستگی جسم صُلب غلبه کند به گونه‌ای که شکل آن در تعادل هیدروستاتیکی (تقریباً گرد) باشد، پ) همسایگی اطراف مدارش را پاکسازی نموده باشد» (IAU, 2006).

این اجرام سماوی منبع نور نیستند و با انعکاس نور ستارگان به صورت روشن دیده می‌شوند. همچنین، سیارات تحت تأثیر نیروی گرانش یک ستاره به دور آن در گردش‌اند. ممکن است سیارات به صورت توده‌های خاکی، سنگی، یا گازی باشند. در میان سیارات منظومهٔ خورشیدی چهار سیارهٔ عطارد، زهره، زمین، و مریخ خاکی بوده و بقیهٔ آن‌ها توده‌های گازی‌اند. مشخصات هندسی و زمانی سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی در جدول ۱ـ۱ ذکر شده است.

با توجه به تعاریف ذکرشده، تفاوت‌های ستارگان و سیّارات به شرح زیر است:

۱. سیارات، بسته به ضریب سپیدایی[2]، نور ستاره را منعکس می‌کنند و ستارگان، بسته به دمای خود، نور تولید می‌کنند (Moore and Tirion, 2000)، هر دو به صورت پایدار می‌درخشند ولی ستارگان، از آنجا که خیلی دورتر از سیارات هستند، به صورت نقطه‌های نوری دیده می‌شوند. این حالت و نیز تأثیر اتمسفر زمین سبب شکسته شدن و انعکاس امواج نوری ستارگان می‌شود و، در نتیجه، پدیده‌ای را

1. Planet
2. Albedo

با عنوان سوسوی ستارگان[1] ایجاد می‌کند. چون قُطر نوری سیارات بیشتر است، پس تأثیر اتمسفر چندان زیاد نیست و، در نتیجه، درخشندگی سیارات پایدارتر به نظر می‌رسد (Plait, 2002: 90).

۲. اگرچه ستارگان و سیارات در فضا حرکت می‌کنند، ولی، به علت فاصلهٔ زیاد، ستارگان ثابت به نظر می‌رسند.

۳. با کمک ابزارهای نجومی، مانند تلسکوپ، می‌توان عوارض سطحی سیارات را تشخیص داد؛ ولی جزئیات ساختار ستارگان فقط از طریق تجزیهٔ طیف نوری آن‌ها قابل شناسایی است.

۴. ستارگان را می‌توان در هر جایی از فضا مشاهده نمود، ولی سیارات فقط در نواری پیرامون ستارهٔ مرکزی دیده می‌شوند. به طور مثال، سیارات منظومهٔ خورشیدی تنها در نوار باریکی که منطقةالبروج[2] نامیده می‌شود وجود دارند.

جدول ۱ـ۱ مشخصات هندسی و زمانی سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی. مبنای اعداد مشخصات سیارهٔ زمین می‌باشد.

نام سیاره	قُطر	جرم	شعاع مدارگردش	مدت گردش انتقالی به نسبت سال زمینی	مدت گردش وضعی به نسبت شبانه‌روز زمینی
تیر یا عطارد	۰/۳۸	۰/۰۶	۰/۳۸	۰/۲۴۱	۵۸/۶
ناهید یا زهره	۰/۹۴	۰/۸۲	۰/۷۲	۰/۶۱۵	۲۴۳
زمین	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
بهرام یا مریخ	۰/۵۳	۰/۱۱	۱/۵۲	۱/۸۸	۱/۰۳
مشتری یا هرمز	۱۱/۲	۳۱۸	۵/۲	۱۱/۸۶	۰/۴۱۴
کیوان یا زحل	۹/۴۱	۹۵	۹/۵۴	۲۹/۴۶	۰/۴۲۶
اورانوس یا آهوره	۳/۹۸	۱۴/۶	۱۹/۲۲	۸۴/۰۱	۰/۷۱۸
نپتون	۳/۸۱	۱۷/۲	۳۰/۰۶	۱۶۴/۷۹	۰/۶۷۱

1. Stars Scintillation
2. Zodiac

۱ـ۲ـ۳ نواختر

برخی مواقع با نگاه کردن به آسمان ممکن است ستارهٔ درخشانی را ببینید که پیش از این در آن محدوده دیده نشده است و این نور به‌تدریج طی چند ماه و حتی چند روز ناپدید می‌شود. این ستارگان ویژه را «نواختر»[1] یا «اَبَرنواختر» نامیده‌اند (Zhang, 2015). در انفجار نواختری، جِرم بسیار زیادی از ستاره به اطراف پرتاب و انرژی زیادی نیز آزاد می‌شود. طی چند روز، درخشندگی[2] ستاره ممکن است صدها هزار برابر شود، اما انفجار ابرنواختری آن قدر قوی است که درخشندگی ۱۰۰ میلیارد برابر می‌شود. در مراحل اولیهٔ انفجار یک نواختر، قسمت زیادی از لایهٔ خارجی ستاره شروع به انبساط می‌کند و شعاع ستاره بزرگ‌تر می‌گردد. لذا ازدیاد درخشندگی یک نواختر در مرحلهٔ اول فقط در اثر افزایش سطح صورت می‌گیرد. گاهی چندین لایه پشت سر هم به خارج پرتاب شده، با سرعتی بیش از لایهٔ اول منبسط می‌گردند (شکل ۱ـ۱). از بقایای اَبَرنواختر ممکن است ستارگان و یا اجرام دیگری ایجاد شوند. حتی مقدار زیادی از مادّهٔ تشکیل‌دهندهٔ زمین از طریق انفجارهای ابرنواختری فراهم شده است (Zhang, 2015).

شکل ۱ـ۱ نمایی از بقایای اَبَرنواختر N49 واقع در ابرِ ماژلانی (Sangwook et al., 2012)

1. Novae
2. Luminosity

انفجار ابرنواختری جزء رخدادهای نادر محسوب می‌شود. بر اساس مشاهدات آماری از کهکشان‌های دور، می‌توان حدس زد که در راه شیری هر ۱۰۰ سال ۳ ابرنواختر رخ می‌دهد که می‌توان امیدوار بود که همهٔ آن‌ها با ابزارهای نوین نجومی قابل رصد باشند (Adams, 2013). «ابط الجوزاء»[1] در فاصلهٔ ۶۴۰ سال نوری و «قلب عقرب» در فاصلهٔ ۶۰۳ سال نوری از مشهورترین ستارگانی هستند که به‌زودی تبدیل به ابرنواختر خواهند شد. ستارهٔ «آی کی اسب بالدار»[2] به فاصلهٔ ۱۵۰ سال نوری از ما نزدیک‌ترین نامزد ابرنواختری است. این اتفاق‌ها ممکن است همین امشب و یا ۱۰۰ هزار سال آینده روی دهند و، در صورت وقوع، نور آن‌ها در شب قابل مقایسه با ماه شب چهارده خواهد بود (Inglis, 2015). انفجار ابرنواختری که در فاصلهٔ ۳۰۰۰ سال نوری زمین رخ دهد می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر زیست‌کرهٔ زمین بگذارد. اشعهٔ گاما، که حاصل انفجار ابرنواختری است، درجوّ بالاییِ زمین واکنش شیمیایی ایجاد می‌کند و ملکول نیتروژن را به اکسید نیتروژن تبدیل می‌کند؛ همچنین با تخریب لایهٔ اُزون سبب می‌شود که سطح زمین در معرض اشعهٔ مضر قرار گیرد (Gehrels et al., 2003). انقراض اردوویسین - سیلورین را، که طی آن ۶۰٪ حیات اقیانوسی از بین رفت، به انفجار ابرنواختری نزدیک زمین ربط می‌دهند (Melott et al., 2004).

۱-۲-۴ سحابی

در جهان، علاوه بر ستاره‌ها، مقادیر زیادی گرد و غبار و گاز وجود دارد که میان کهکشان‌ها پراکنده شده است. سحابی[3] همانا ابر یا چیز دیگری است که از گرد و غبار و گاز میان ستاره‌ای تشکیل شده است (اسکاگل، ۱۳۷۶). گازهایی که سحابی را تشکیل می‌دهند فوق‌العاده رقیق‌اند و دمای اندکی دارند. تابش سحابی‌ها ناشی از نور خودشان نیست بلکه بر اثر نور ستارگان مجاور قابل رؤیت‌اند. سحابی‌ها غالباً شکل نامنظمی دارند. لیکن برخی از آن‌ها شکل‌های کاملاً ویژه‌ای دارند که مبنایی برای

1. Betelgeuse
2. IK Pegasi
3. Nebula

نامگذاری آن‌ها نیز بوده است، مانند سحابی شکارگر، سحابی امریکای شمالی، سحابی حلقوی، و غیره، که نامشان از شکل آن‌ها گرفته شده است (شکل‌های ۲ـ۱ و ۳ـ۱).

شکل ۲ـ۱ سحابی جبار، جرم غیرستاره‌ای و زادگاه عظیم ستارگان در فضا با فاصلهٔ ۱۵۰۰ سال نوری از ما، مشهورترین سحابی آسمان شب زمستان است و از حدود ساعت ۲۳ به بعد می‌توان آن را به راحتی در کمربند شکارچی با چشم غیرمسلح مشاهده نمود.

شکل ۳ـ۱ سحابی سر اسب (Horsehead Nebula)

۳ـ۱ واحدهای اساسی کیهان (کهکشان‌ها)

ستارگان در تمام جهات در این فضای بی‌پایان پراکنده‌اند و در بعضی از نقاط تمرکز بیشتری دارند. اگر مناطق به ظاهر خالی را با تلسکوپ‌های بسیار دقیق ملاحظه کنیم، می‌بینیم که از گازها و غبارهای کیهانی نورانی، که مانند ابر نازکی به نظر می‌رسند، تشکیل شده‌اند. ستارگان و ابرهای کیهانی در قسمت‌هایی از فضا تمرکز بیشتری دارند. هر گروهِ متمرکز از ستارگان و غبارهای کیهانی در اصطلاح نجومی یک «کهکشان» نامیده می‌شود.

قطر کیهان را ۹۱ میلیارد سال نوری و تعداد کهکشان‌ها را ۱۰۰ میلیارد تخمین می‌زنند (Bars and Terning, 2010). هر کهکشان از میلیون‌ها منظومه تشکیل شده است و در هر منظومه تعدادی اجرام سرد و خاموش به دور یک ستارهٔ شعله‌ور در گردش‌اند (شکل ۴ـ۱). در فواصل بین منظومه‌ها خلأ مطلق نیست، بلکه این فضاهای به‌ظاهر خالی را گرد و غبار یا گازهای بسیار رقیق کیهانی فرا گرفته است و رقّت این غبارهای کیهانی به حدی است که فاصلهٔ اتم‌های آن از یکدیگر بسیار زیاد است.

شکل ۴ـ۱ منظومهٔ خورشیدی به عنوان نمونه‌ای از میلیون‌ها منظومه در کهکشان

۱ـ۴ کهکشان راه شیری[1]

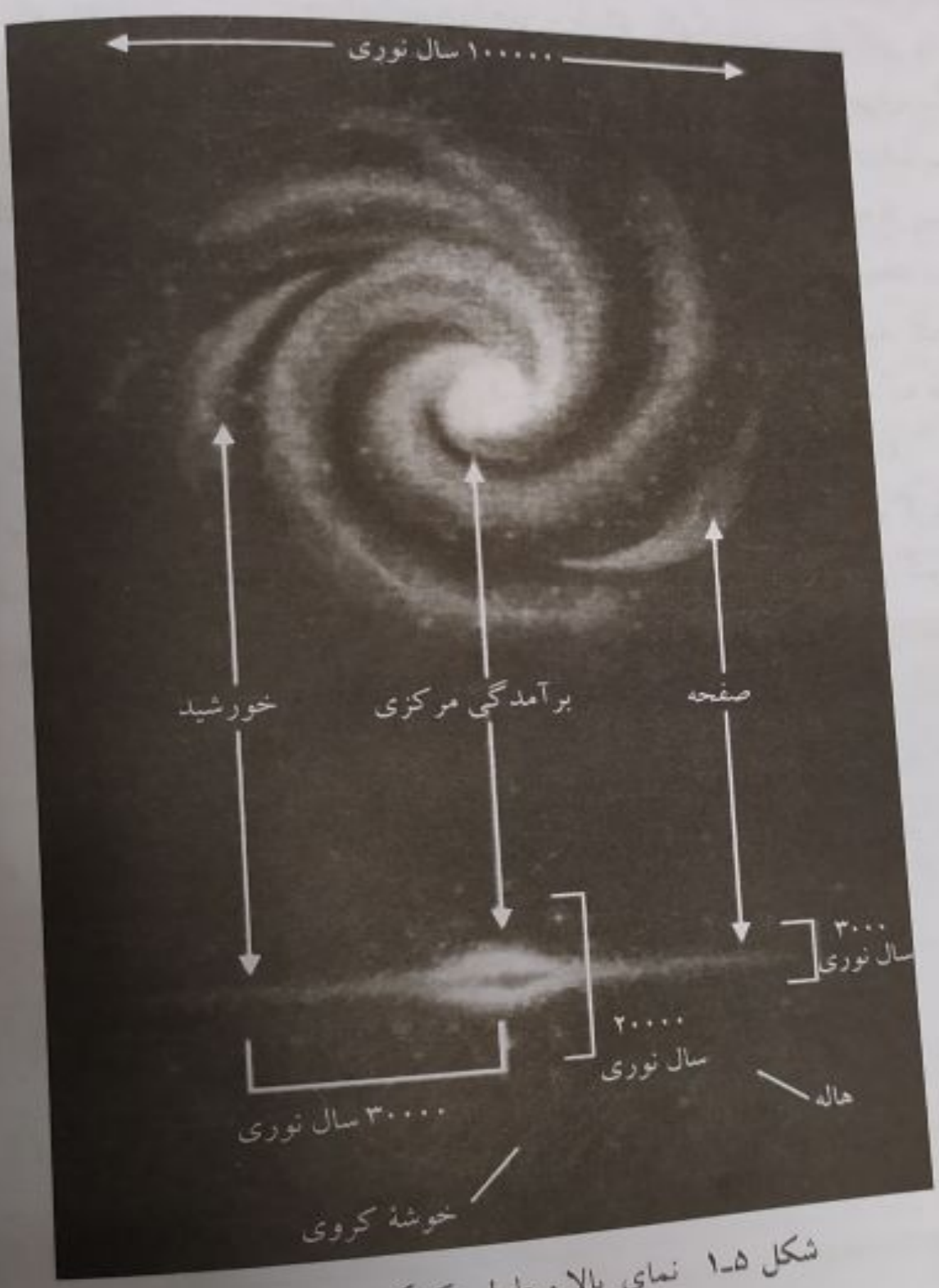
در تمام شب‌های بدون مهتاب و با آسمان صاف، نواری از نور ضعیف به رنگ شیری در امتداد آسمان قابل رؤیت است. محل آن در آسمان به زمان مشاهده در شب و فصل سال بستگی دارد. در زمستان نیمکرهٔ شمالی در اوایل غروب درست در بالای سر ما قرار دارد و حال آنکه در تابستان در پایین و نزدیک به افق شمالی قرار می‌گیرد. این نوار نورانی بیش از ۱۰٪ آسمان شب را می‌پوشاند. کهکشان ستارگانی را به نمایش می‌گذارد که خورشید ما و همراهانش به آن تعلق دارند. این نوار شیری‌رنگ برای انسان دنیای باستان معمای بزرگی بود (لانکاستر، ۱۳۶۹). شاعران یونان قدیم با نیروی تخیل خود چنین تصور می‌کردند که این نوار نمایندهٔ شیری است که از پستان هِرا، رب‌النوع خوشبختی، هنگام شیر دادن کودک گرسنهٔ خود، هرکول، ریخته است، لذا آن را، «راه شیری» نامیدند. در روایت‌های شرقی نیز چنین تصور می‌شد که بار کاهی در آسمان عبور می‌کرد و این خرده‌های کاه است که افشانده شده‌اند. به همین جهت به آن‌ها «کهکشان» یا «کاهکشان» نام داده بودند (Heidarzadeh, 2011).

با این حال، در قرن چهارم قبل از میلاد، دانشمندی یونانی به نام دموکریتوس ماهیت واقعی کهکشان را حدس زد و چنین نوشت: «خوشه‌ای از ستارگان کوچکی است که خیلی به یکدیگر نزدیک‌اند». در قرن هفتم هجری قمری (سیزدهم میلادی)، خواجه نصیرالدین طوسی در کتابی به نام *تذکره فی علم الهیئه*، ضمن نقد نجوم بطلمیوسی، به معرفی راه شیری پرداخته است (Ragep, 1993). گالیله نیز در سال ۱۶۱۰ برای اولین بار با تلسکوپ به راه شیری نگاه کرد و درستی گفتهٔ دموکریتوس را ثابت نمود.

شمار ستارگان کهکشان راه شیری را، که منظومهٔ خورشیدی جزء آن است، کاپتین[2] ـ منجم هلندی ـ در حدود ۴۰ میلیارد تخمین زده است. درخشان‌ترین ستاره‌های آسمانی نام‌هایی مخصوص به خود دارند که ریشهٔ آن‌ها گاه عربی و گاهی یونانی یا لاتینی است. تنها تعدادی از ستاره‌های آسمان نام‌هایی خاص دارند و ستاره‌ها

1. Milky way Galaxy
2. Kapteyn

برحسب صورت‌های فلکی مربوط به خود مشخص می‌شوند. راه شیری به شکل عدسی محدب بزرگی است که قطرش ۱۰۰ هزار سال نوری است و ضخامت آن در مرکز کهکشان به بیش از ۲۰ هزار سال نوری می‌رسد و در انتهای آن به حدود ۳۰۰۰ سال نوری تقلیل می‌یابد، ولی ضخامت متوسط آن ۱۰ هزار سال نوری در نظر گرفته می‌شود (شکل ۵ـ۱).



شکل ۵ـ۱ نمای بالا و طولی کهکشان راه شیری

علاوه بر منظومهٔ خورشیدی، میلیون‌ها منظومهٔ دیگر تابع کهکشان راه شیری بوده و با سرعت‌های متفاوتی به دور مرکز کهکشان می‌چرخند. منظومهٔ خورشیدی با مرکز کهکشان حدود ۳۰ هزار سال نوری فاصله دارد و با سرعت ۲۳۰ کیلومتر بر ثانیه در هر ۲۲۵ میلیون سال یک بار حول محور کهکشان راه شیری می‌چرخد (مور و هانت، ۱۳۷۰).

۵-۱ مهم‌ترین کهکشان‌های نزدیک ما

پراکندگی کهکشان‌ها در فضا یکنواخت نیست، بلکه به صورت خوشهٔ کهکشانی و گروه کهکشانی اطراف یکدیگر جمع شده‌اند. کهکشان راه شیری خود عضو گروه کهکشانی به نام گروه محلی می‌باشد. این مطلب بیانگر این واقعیت است که ما در یکی از نواحی متراکم کیهان زندگی می‌کنیم (Schneider, 2014). وجه تمایز گروه و خوشه تعداد کهکشان‌های موجود در یک کره با قطر مشخص است، به این معنی که اگر در کره‌ای با قطر کمتر یا مساوی ۵/۱ مگاپارسِک تا ۵۰ کهکشان قرار گرفته باشد، با گروه کهکشانی مواجه هستیم؛ در صورتی که قطر و تعداد بیشتر از این باشد، خوشهٔ کهکشانی به آن اطلاق می‌شود. راه شیری و ۵۳ کهکشان دیگر عضو گروه محلی هستند (Karachentsev et al., 2013). از این تعداد ۱۹ مورد جزء قمرهای راه شیری محسوب می‌شود و حداقل ۱۹ مورد دیگر به عنوان قمرهای کهکشان «زن زنجیر به پای» (امراة المسلسله)[1] شناخته می‌شود. بزرگ‌ترین کهکشان گروه محلی عبارت از کهکشان امراة المسلسله (زن زنجیر به پای) است که حدود ۷۸۰ کیلوپارسِک (۵/۲ میلیون سال نوری) تا زمین فاصله دارد (Ribas et al., 2005). این تنها کهکشان بزرگی است که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت است و بر اساس فاصله سی و هفتمین کهکشان نزدیک به زمین به شمار می‌رود. «کهکشان سگ بزرگ»[2]، با فاصلهٔ ۸ کیلوپارسِک (۲۵ هزار سال نوری) تا منظومهٔ خورشیدی، نزدیک‌ترین کهکشان به ما محسوب می‌شود (Karachentsev, 2005).

1. Andromeda, Messier 31, M31 or NGC 224
2. Canis Major Dwarf Galaxy

یکی دیگر از کهکشان‌های نزدیک به زمین «ابر ماژلانی بزرگ»[1] است. فاصلهٔ آن تا راه شیری ۵۰ کیلوپارسک (۱۶۳ هزار سال نوری) است (Pietrzyński et al., 2013). از نظر فاصله و بزرگی، به ترتیب، سومین و چهارمین کهکشان گروه محلی است. اولین مطلب مستند در مورد کهکشان ابر ماژلانی در کتاب *صور الکواکب* نوشتهٔ منجم ایرانی به نام عبدالرحمان صوفی ثبت شده است (صوفی، ۳۴۲ هجری شمسی[2]). نکتهٔ قابل توجه این است که کهکشان «زن زنجیر به پا» نیز برای اولین بار رصد شده است. فردیناند ماژلان پرتغالی در سال ۱۵۱۹ میلادی، یعنی بیش از ۵۵۰ سال بعد از صوفی، این ابرها را مشاهده و مکتوب کرد. از آنجا که ابرهای ماژلان را از دماغهٔ «امید نیک» واقع در آفریقای جنوبی می‌توان رؤیت کرد، آن‌ها را «ابرهای دماغه‌ای» نیز می‌نامند.

۶ـ۱ طبقه‌بندی کهکشان‌ها از نظر شکل

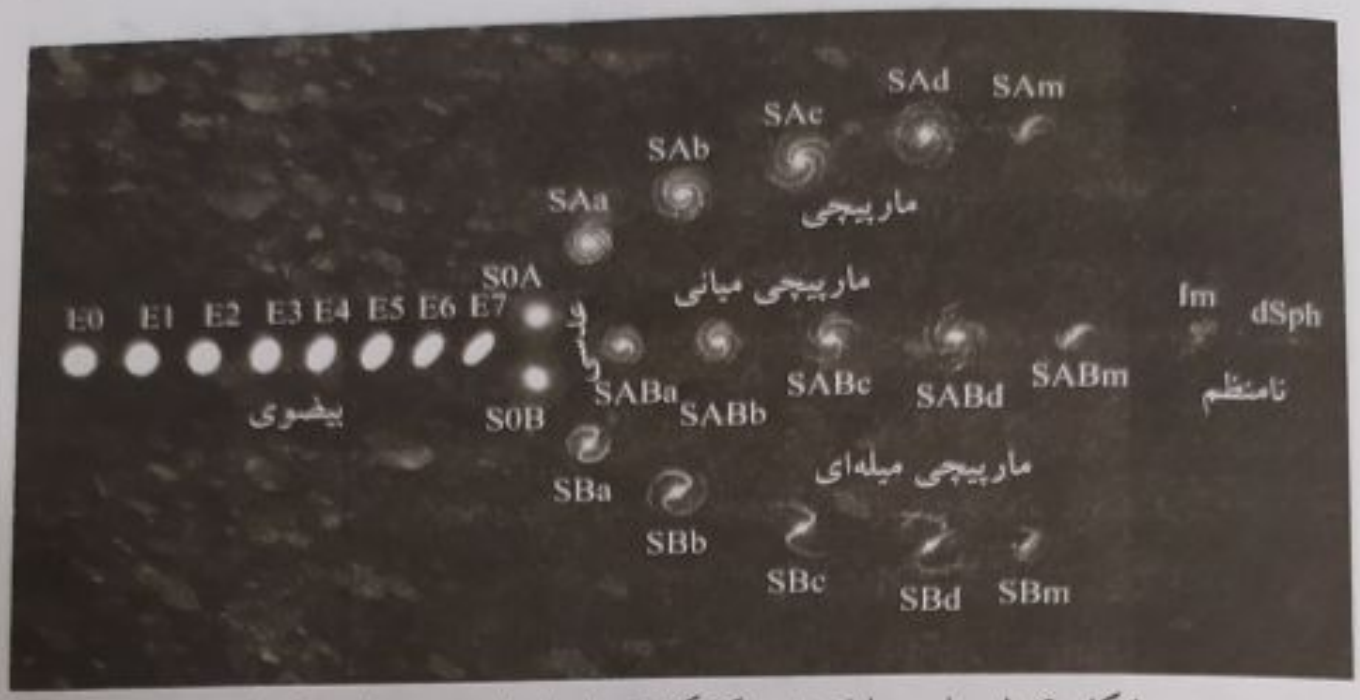
کهکشان‌ها شکل‌های مختلفی دارند. هرچند ادوین هابل برای نخستین‌بار کهکشان‌ها را رده‌بندی کرد (Hubble, 1926)، اما بازنگری‌های کاربردی‌تر به همت کیهان‌شناسان بعد از او صورت پذیرفته است. یکی از این طبقه‌بندی‌ها روش ژرار دُ ووکولور است که در سال ۱۹۵۹ مطرح شد. بر اساس این روش، کهکشان‌ها به ۴ دسته تقسیم می‌شوند: بیضوی[3]، عدسی[4]، مارپیچی[5]، و نامنظم[6] (شکل ۶ـ۱) (Buta et al., 2007).

---

1. Large Magellanic Cloud (LMC)

۲. صوفی در اروپا به نام Azophi شناخته می‌شود و کتابش، که در سال ۳۴۲ هجری شمسی برابر با ۳۵۳ هجری قمری و ۹۶۴ میلادی نوشته شده است به انگلیسی با عنوان *Book of Fixed Stars* ترجمه شده است. نسخهٔ اصلی کتاب به زبان عربی است، اما در سال ۶۴۷ هجری قمری خواجه نصیرالدین طوسی آن را به فارسی ترجمه کرد و نسخهٔ اصلی این ترجمه در کتابخانهٔ ایاصوفیهٔ استانبول به شماره ۲۵۹۵ موجود است. ترجمه‌های دیگری نیز از کتاب صوفی وجود دارد که یک نسخهٔ خطی معتبر در کتابخانهٔ موزهٔ ملک تهران نگهداری می‌شود.

3. Elliptical Galaxies
4. Lenticular Galaxies
5. Spiral Galaxies
6. Irregular Galaxies



شکل ۶ـ۱ طرح طبقه‌بندی کهکشان‌ها بر اساس روش دُ ووکولور

۱ـ۶ـ۱ کهکشان‌های بیضوی

در طرح دُ ووکولور از بیضی نزدیک به دایره (E0) تا بیضی کامل (E7) در ردهٔ کهکشان‌های بیضوی قرار می‌گیرند. نمای خارجی آن‌ها صاف و همانند بیضی‌های کامل هندسی است. نقشه‌ای از درخشندگی‌های همتراز در آن‌ها گروهی بیضی هم‌مرکز را نشان می‌دهد که نورانی‌ترین آن در مرکز و بیضی‌های تدریجاً کم‌نور در طرف خارج قرار دارند. تمام این بیضی‌ها به یک شکل هستند. شکل کامل و یکنواخت ساختار کهکشان‌های بیضوی نشانهٔ پیری و آرامش آن‌هاست، یعنی از زمانی بس دراز رویداد قابل ملاحظه‌ای در آن‌ها اتفاق نیفتاده است. با اندازه‌گیری سن این کهکشان‌ها، درمی‌یابیم که شکل‌گیری ستارگان در آن‌ها حدود ۱۰ میلیارد سال پیش متوقف شده است (پاول، ۱۳۷۷).

یکنواختی مهم دیگر در کهکشان‌های بیضوی همانا رنگ آن‌هاست. تمام آن‌ها قرمزند و اختلاف بسیار اندکی از لحاظ رنگ دارند. اخترشناسان با اندازه‌گیری رنگ این کهکشان‌ها نتیجه گرفته‌اند که بیشتر ستارگان آن‌ها پیرند، زیرا ستارگان جوان به رنگ آبی و ستارگان پیر به رنگ قرمز دیده می‌شوند و بدیهی

است که یک کهکشان قرمز نمی‌تواند از ستارگان آبی تشکیل یابد. ویژگی یکسان دیگر در کهکشان‌های بیضوی این است که تقریباً تمام مادهٔ آن‌ها به صورت ستاره است و مواد بین ستاره‌ای مانند ابرهای گازی یا غباری ندارند. از این امر نتیجه می‌شود که در حال حاضر هیچ ستاره‌ای در کهکشان‌های بیضوی شکل نمی‌گیرد و آن‌ها اجرامی پایدارند (Buta et al., 2007).

۲ـ۶ـ۱ کهکشان‌های عدسی

کهکشان‌های عدسی حالتی بین بیضوی و مارپیچی دارند و در شکل ۶ـ۱ با نماد (S0) نمایش داده شده‌اند. این کهکشان‌ها دارای صفحه‌اند و مادهٔ میان‌ستاره‌ای و شکل گیری ستاره در آن‌ها خیلی کم است (De Graaff et al., 2007). ممکن است در مرکز آن‌ها میلهٔ هسته‌ای وجود داشته باشد، و در این صورت با نماد (S0B) بیان می‌شود؛ اگر بدون میلهٔ هسته‌ای باشد با نماد (S0A) نشان داده می‌شود. کهکشان NGC 2787، که با فاصلهٔ ۲۴ میلیون سال نوری در صورت فلکی «خرس بزرگ» واقع است، نمونهٔ یک کهکشان عدسی میله‌ای (S0B) است.

۳ـ۶ـ۱ کهکشان‌های مارپیچی

کهکشان‌های مارپیچی متشکل از صفحه‌ای تخت و نورانی و بازوهای مارپیچی در حال چرخش‌اند که دارای ستاره و گرد و غبارند، و در مرکز این صفحه یک برآمدگی وجود دارد. پرستاره هستند. پهن‌شدگی کهکشان‌های مارپیچی به ماهیت آن‌ها ارتباطی ندارد، بلکه نتیجهٔ چرخش نسبتاً سریع خود سیستم است. سرعت چرخش آن‌ها حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر در هر ثانیه است. کهکشان امرأة المسلسله یا آندرومدا[1] نمونه‌ای از کهکشان‌های مارپیچی‌شکل است (شکل ۷ـ۱).

ساختار کهکشان‌های مارپیچی را می‌توان متشکل از دو مؤلفه دانست: مؤلفهٔ بیضی‌وار و مؤلفهٔ مسطح. بخش مرکزی شامل مؤلفه بیضی‌وار است و ساختاری

1. Andromeda Galaxy

شکل ۱ـ۷ کهکشان امرأة المسلسله یا آندرومدا

همانند یک کهکشان بیضوی دارد. قسمت بیرونی در ساختارهای کاملاً متفاوت، توزیع مسطحی از ستارگان را نشان می‌دهد. بخش برآمدگی متشکل از ستارگان پیر است و فاقد گاز و غبار است. مؤلفهٔ مسطح نیز بازوهای مارپیچی را دربر می‌گیرد که از مقادیر زیادی ستارهٔ جوان و گاز و غبار تشکیل شده‌اند. کهکشان‌های مارپیچ خود به سه دسته تقسیم می‌شوند: مارپیچی معمولی (SA)، مارپیچی میله‌ای (SB)، و مارپیچی میانی (SAB) (Buta et al., 2007).

۱ـ۶ـ۴ کهکشان‌های نامنظم

کهکشان‌های نامنظم، برخلاف دیگر کهکشان‌ها، شکل مشخص، برآمدگی هسته‌ای، و حتی ردّی از بازوی مارپیچی ندارند. ترکیب ستاره‌ای این نوع کهکشان‌ها عموماً شبیه کهکشان‌های مارپیچی است، ولی در ساختارشان بازوهای مشخص وجود ندارد. این کهکشان‌ها دارای مقدار زیادی ستارهٔ جوان، گاز، و غبار

هستند. کهکشان‌های نامنظم نیز همانند کهکشان‌های مارپیچی می‌چرخند ولی، به دلایلی که تاکنون ناشناخته مانده است، بازوهای مارپیچی در آن‌ها شکل نمی‌گیرد (پاول، ۱۳۷۷). ابرهای ماژلانی بزرگ، که نمونه‌ای از کهکشان‌های نامنظم به حساب می‌آمد، از سال ۱۹۷۰ به عنوان یک کهکشان مارپیچی میله‌ای با نماد (SBm) معرفی شد. اما ابر ماژلانی کوچک با نماد (Im) همچنان در دستهٔ کهکشان‌های نامنظم باقی ماند (Corso and Buscombe, 1970).

۱ـ۷ اصول ساختمان جهان درون و جهان بیرون

اصول ساختمان دنیا را خیلی ساده می‌توان فرض کرد و هر جسم خیلی ساده یا خیلی مرکّب را می‌توان از ترکیب ۳ نوع عنصر اصلی و ۳ نیرو دانست. این ۳ عنصر عبارت‌اند از: نوترون، پروتون، و الکترون. در حقیقت، می‌توان این ۳ عنصر را مصالح اولیه یا سنگ‌بنای ساختمان دنیا دانست. نیروها عبارت‌اند از: نیروی هستهٔ مرکزی اتم، نیروی الکترومغناطیس، و نیروی جاذبه. این سه نیرو و سه عنصر واحدهای اصلی خلقت و اساس پی‌ریزی ساختمان دنیای ما به شمار می‌روند، و ترکیبی هستند از مادّه و انرژی. نوترون و پروتون توسط نیروهای داخلی هستهٔ اتم به یک جسم واحد، که همان مادّهٔ هستهٔ مرکزی اتم است، تبدیل می‌شوند. الکترون‌ها به دور هستهٔ مرکزی اتم می‌گردند و از طریق نیروی الکترومغناطیسی به یکدیگر پیوند خورده‌اند. با به هم پیوستن اتم‌ها، مادّه یا جسم شکل می‌گیرد. واحد اتمی در خلقت گاز هیدروژن است که به وفور یافت می‌شود. اجرام منظومهٔ خورشیدی و سایر منظومه‌ها در بدو امر از همین مادهٔ گاز هیدروژن تشکیل شده‌اند. قوی‌ترین این نیروها نیروی هستهٔ مرکزی اتم است که پروتون و نوترون را به یکدیگر پیوند می‌دهد و دومین نیرو عبارت از نیروی الکترومغناطیس است که به مراتب ضعیف‌تر از نیروی داخلی هستهٔ اتمی است و الکترون‌ها را به هستهٔ اتم پیوند می‌دهد. سومین نیرو، نیروی جاذبه است که از دو نیروی دیگر ضعیف‌تر است و با آن دو نیرو قابل مقایسه نیست. لیکن همین قوهٔ جاذبه است که زمین و سایر سیارات را به دور خورشید و خورشیدها را به دور کهکشان‌ها و

کهکشان‌ها را در کیهان نگاه می‌دارد. بنابراین، پیدایش و تولید ستاره‌ها در اثر واکنش قوی‌ترین و ضعیف‌ترین نیروهای طبیعت صورت می‌پذیرد (صدیقی، ۱۳۵۴).

برای درک نحوهٔ پیدایش اجرام سماوی، می‌توانیم توده‌ای ابرمانند از گاز هیدروژن و گرد و غباری از مادّه را مجسم نماییم که به طور مکرر، بر اثر عواملی که فعلاً نحوهٔ تأثیر آن‌ها بر ما معلوم نیست، در نقطه‌ای از فضا متراکم و منقبض شده و شروع پیدایش یک جرم سماوی را نشان می‌دهد. در این حال، قوهٔ جاذبه تودهٔ گازها و مادّهٔ گرد و غبار را به یکدیگر نزدیک می‌نماید تا مادّه بیشتر به هم فشرده شود. این عمل، از بدو شروع حرکت مادّهٔ ابرمانند گاز هیدروژن تا رسیدن به حداکثر تراکم و فشردگی، حداقل ۱۰ میلیون سال به طول می‌انجامد. در نتیجه، در مرکز فشردگی حرارت زیادی ایجاد می‌شود که تا ۱۰ میلیون درجهٔ سانتی گراد می‌رسد. در این درجهٔ حرارت، تحولات فیزیکی در هستهٔ اتم‌ها شروع می‌شود. هر ۴ عدد هسته‌های اتمی گاز هیدروژن با یکدیگر ترکیب شده یک اتم گاز هلیوم تولید می‌نمایند؛ در نتیجه، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود و بدین وسیله از فشردگی بیشتر، که حاصل نیروی جاذبه است، ممانعت به عمل می‌آید. مابقی عمر ستاره تعادلی است بین نیروی جاذبه و نیروی هستهٔ اتم. این انرژی، که برحسب تصادف آزاد می‌شود، به شکل نور و سایر تشعشعاتی ظاهر می‌گردد که ما بدان وسیله ستاره را می‌بینیم یا توسط تشعشعات یا امواج الکترومغناطیسی‌ای که می‌فرستد به وسیلهٔ رادیوتلسکوپ به هویت آن پی می‌بریم.

گاز هیدروژن مانند مادّهٔ سوخت عمل می‌کند؛ خود می‌سوزد و گاز هلیوم، که خاکستر این عمل سوختن است، تولید می‌شود. پس از مدتی عمل سوختن به‌تدریج کند می‌شود و ستاره مجدداً در اثر قوای جاذبه بیشتر فشرده و متراکم خواهد شد؛ در نتیجه، حرارت زیادتری در مرکز فشردگی تولید می‌شود تا اینکه هلیوم شروع به سوختن یا تبدیل شدن می‌نماید و ۳ عدد هستهٔ اتم گاز هلیوم به ۱ اتم گاز کربن تبدیل می‌گردد. در این تحولات، هلیوم مانند سوخت عمل می‌کند و گاز کربن خاکستر است. بدین وسیله، انرژی جدید آزاد، و فشردگی

متوقف می‌شود تا مقداری کربن تولید شود و نیروی جاذبه مجدداً به کار افتد. فشردگی دوباره شروع، و حرارت زیاد باعث ایجاد عناصر جدید از سبک به سنگین می‌شود و بدین ترتیب کلیهٔ عناصر یکی پس از دیگری به وجود می‌آیند تا تولید آهن شروع شود.

چون آهن حد واسط بین عناصر سبک و سنگین است، موقعی که آهن به مقدار کافی تولید می‌شود، عمل سوخت، تولید، و تبدیل متوقف شده، به جای آزاد شدن انرژی، جذب انرژی صورت می‌گیرد؛ یعنی عمل سوختن خاموش می‌شود و، در نتیجه، فشردگی و حرارت داخل ستاره تا به حدی افزایش می‌یابد که ستاره به مرحلهٔ انفجار و تلاشی می‌رسد. در این انفجار، کلیهٔ مادهٔ گازی و عناصری که جرم ستاره را تشکیل می‌دهند به فضا پرتاب شده، انرژی‌های مختلفِ ذخیره‌شدهٔ ستاره آزاد می‌شوند. عناصر سنگینی که ستاره طی میلیون‌ها سال تهیه نموده با گاز هیدروژن موجود در فضا مخلوط، و به مرور زمان توده‌هایی از گاز و مادّه مجدداً با یکدیگر جمع می‌شوند و ستارهٔ جدیدی به وجود می‌آید؛ یعنی ستاره‌ای که از تودهٔ گاز هیدروژن و مادّه، که به شکل ابر و گرد و غبار به وجود آمد، پس از گذشت میلیون‌ها سال به عناصری تبدیل می‌شود که از آن‌ها ترکیب شده بود، و این یک اصل کلی است که هر چیزی به اصل خود باز می‌گردد.

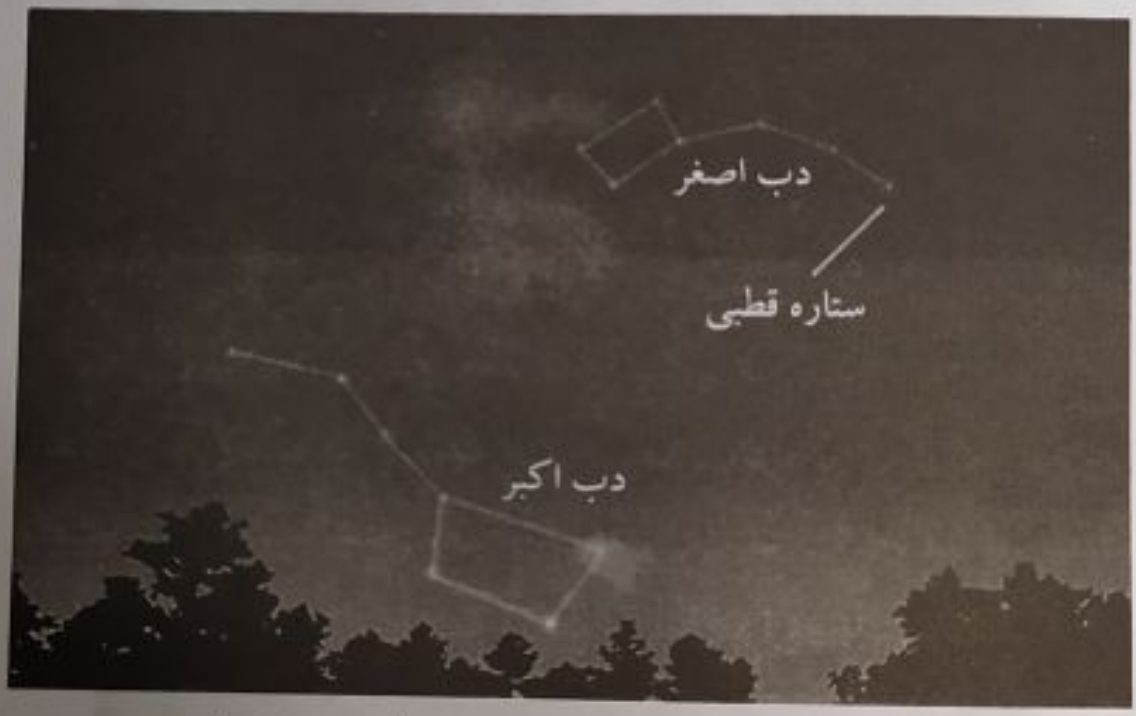
۸ـ۱ صورت‌های فلکی[1]

ستارگان در آسمان شب به صورت نقش‌ها یا گروه‌هایی دیده می‌شوند که در اصطلاح نجومی «صورت‌های فلکی» نام دارند. مشخص نیست که اولین بار نقش‌های ستاره‌ای برای تشکیل صورت‌های فلکی را چگونه و چه کسی تنظیم کرده است. مواردی را که می‌دانیم به ۴۰۰۰ سال قبل، یعنی دوران بابلیان، مربوط می‌شود. حدود ۲۸۰ سال قبل از میلاد یک شاعر یونانی به‌نام آراتوس سوله دربارهٔ

1. Constellations

صورت‌های فلکی اشعاری سروده است و این اشعار قدیمی‌ترین توصیف موجود از آن‌هاست. نخستین تصاویر صورت‌های فلکی نیز روی مجسمه‌ای رومی حک شده است که به کرهٔ آتلانت فارنس[1] مشهور است و اکنون در موزه‌ای در ناپل[2] نگهداری می‌شود. این مجسمه نشان می‌دهد که «اطلس» (شخصیت اسطوره‌ای) به یک زانو تکیه داده و بر سطح کره‌ای که بر بالای سر اوست تصویر ۴۲ صورت فلکی، که در آن زمان یونانی‌ها می‌شناختند، نقش بسته است. پنج صورت فلکی دیگر در اثر تحولات زمان از آن محو شده است (دگانی، ۱۳۶۳). چینی‌ها و مصریان باستان نیز برای صورت‌های فلکی و همچنین برای ستارگان درخشان منفرد، مثل «شعرای یمانی»[3]، تصاویری داشتند. تصاویر مصریان روی جهان‌نمای مسطح «دِندرا»[4]، که اکنون در موزهٔ پاریس قرار دارد، ثبت شده است (Sasaki, 2003).

علت پیدایش صورت‌های فلکی این بود که قدما، برای سهولت در جهت‌یابی، اجرام سماوی نزدیک به هم روی کرهٔ سماوی را به طور نظری به



شکل ۸ـ۱ صورت فلکی دب اصغر[5] و دب اکبر[6]

1. Atlant Farencse
2. Naple
3. Procyon
4. Dendra
5. Ursa Minor
6. Ursa Major

یکدیگر متصل می کردند و شکل خاصی به آن می‌دادند و آن را صورت فلکی می‌نامیدند. باید توجه داشت که اجرام سماوی، که ظاهراً در نظر ما به شکل صورت‌های فلکی مشخص جلوه گرند، در حقیقت به فواصل زیاد از یکدیگر قرار دارند و تنها به حسب ظاهر و در نتیجهٔ خطای دید در مجاورت یکدیگر دیده می‌شوند. کرهٔ سماوی شامل ۸۸ صورت فلکی است که در اینجا شکل برخی از آن‌ها نشان داده شده است، از جمله دُب اکبر یا خرس بزرگ، دُب اصغر یا خرس کوچک، قوس، عقرب، ثور، جدی، میزان و دلو (شکل‌های ۸ـ۱ تا ۱۴ـ۱).

شکل ۹ـ۱ صورت فلکی قوس[1]

شکل ۱۰ـ۱ صورت فلکی عقرب[2]

1. Sagittaius
2. Scorpius

شکل ۱۱ـ۱ صورت فلکی ثور[1]

شکل ۱۲ـ۱ صورت فلکی جدی[2]

شکل ۱۳ـ۱ صورت فلکی میزان[3]

1. Taurus
2. Capricornus
3. Libra

شکل ۱۴ـ۱ صورت فلکی دلو[1]

صورت‌های فلکی قدما مرز و حدود مشخصی نداشتند، ولی امروزه صورت‌های فلکی دارای مرزهای مشخصی هستند. همهٔ اجرامی که در محدودهٔ یک صورت فلکی دیده می‌شوند منتسب و وابسته به همان صورت فلکی‌اند. برای سهولت در تشخیص اجرام سماوی یک صورت فلکی از یکدیگر، هریک از آن‌ها را با یکی از حروف الفبای یونانی علامت‌گذاری کرده‌اند. بدین ترتیب، درخشان‌ترین آن را با حرف α (آلفا) و اجرامی را که درجهٔ روشنایی آن‌ها کمتر است با حروف β (بتا)، γ (گاما)، δ (دلتا)، ε (اپسیلن)، ζ (زتا)، τ (اِتا) و غیره مشخص ساخته‌اند. در زبان فارسی، برای دسته‌ای از صورت‌های فلکی که از قدیم شناخته شده بودند نام‌های گوناگونی به کار رفته است. بسیاری از آن‌ها انواع نام‌های عربی یا فارسی‌ای هستند که در متون قدیمی‌تر به کار برده شده‌اند. این نام‌های مترادف و معادل انگلیسی آن‌ها در جدول ۲ـ۱ آمده است.

جدول ۲ـ۱ اسامی فارسی و معادل‌های انگلیسی ۸۸ صورت فلکی

نام‌های فارسی	نام‌های دیگر در متون فارسی	نام‌های انگلیسی
آب‌مار	مار آبی، نرمار، هیة الماء	Hydrus
آتشدان	مجمره، عودسوز، محراب نفاطه، البیغاء	Ara
آفتاب‌پرست	حرباء	Chamaeleon

1. Aquarius

ادامهٔ جدول ۲ـ۱

نام‌های فارسی	نام‌های دیگر در متون فارسی	نام‌های انگلیسی
ارابه‌ران	ممسک‌الاعنه، ممسک‌العِنان، عناندار، صاحب‌المعز	Auriga
اژدها	تنین، جوزهر (عربی‌شدهٔ گوزهر فارسی)، هَشتَبَر	Draco
اسب بال‌دار	اسب بزرگ، فَرَس اعظم، فَرَس ثانی	Pegasus
اسب کوچک	فَرَس اول، قطعةالفَرَس، پاره‌اسب	Equuleus
بادبان	شراع	Vela
برساوُش	بَرَندهٔ سر دیو، برندهٔ سر غول، سوار، حامل رأس‌الغول، دیوکش	Perseus
برّه	حَمَل	Aries
بزغاله	جَدْی، بُزیچه چرخ، بز دریایی، بزماهی	Capricornus
پیاله	جام، کاسهٔ بزرگ، باطیه، معلف	Crater
تاج جنوبی	اکلیل جنوبی، افسر، قبه	Corona Australis
تاج شمالی	فُکّه، اکلیل شمالی، کاسهٔ درویشان، کاسهٔ یتیمان، کاسهٔ لئیمان، قصعةالمساکین	Corona Borealis
تار	تور، تور ماهیگیری، تاربست، شبکه	Reticulum
تازی‌ها	سگ‌های تازی، سگ‌های شکاری	Canes Venatici
ترازو	میزان، پله	Libra
تک‌شاخ	–	Monocerus
تیر	پیکان، سهم	Sagitta
–	تلسکوپ	Telescopium
مکنده	تلمبه، مفرغة الهواء، تلمبهٔ بادی	Antlia
شاه‌باز	توکان، طوقان	Tucana
جوی	نهر، رودخانهٔ فلکی، نهرالاردن	Eridanus
چلپاسه	سوسمار، مارمولک، بزمجه	Lacerta
چلیپا	صلیب جنوبی	Crux
چنگار	خرچنگ، سرطان	Cancer
خرس بزرگ	دُبّ اکبر، هفت اورنگ، ارابهٔ داوود، بنات نعش کبری	Ursa Major
خرس کوچک	دُبّ اصغر، هفت اورنگ کوچک، سریر فلک	Ursa Minor
خرگوش	اَرنَب	Lepus
دُرنا	–	Grus
–	دلفین	Delphinus

ادامهٔ جدول ۲-۱

نام‌های فارسی	نام‌های دیگر در متون فارسی	نام‌های انگلیسی
سو	دلو، ریزندهٔ آب، ساکب‌الماء، دال	Aquarius
دوپر گار	پر گار	Circinus
دوپیکر	جوزا، توأمان	Gemini
دوشیزه	عذرا، خوشه، سنبله	Virgo
خداوند اورنگ	ذات‌الکرسی، خداوند کرسی، سرور تخت	Cassiopeia
روباهک	روباه، ثعلب	Vulpecula
زانوزده	جاثی، برزانونشسته، الجاثی علی رکبتیه، پهلوان، راقص، هرکول	Hercules
شتر گاوپلنگ	زرافه	Camelopardalis
زن برزنجیر	امرأة المُسلسله، ناقه، زن زنجیری، زن در زنجیر، شاهزاده	Andromeda
ساعت	–	Horologium
سپر	–	Scutum
سُدس	سکستان، السدس	Sextans
سگ بزرگ	کَلب اکبر، کلب الجبار، سگ کلان	Canis Major
سگ کوچک	کَلب اصغر، کلب مقدم، الغمیصاء، تریشگ (از پارسی میانه)	Canis Minor
سنگ‌تراش	کارگاه، حَجّار	Sculptor
سه‌پایه (نقاش)	آلة‌المصوّر	Pictor
سه‌سو	مثلث، الاشراط	Triangulum
سیاه‌گوش	وشق	Lynx
سیمرغ	سمندر، عنقاء، ققنوس	Phoenix
شاه‌تخته	کشتی، تیر حمّال، السفینة‌الطائر، جؤجؤ	Carina
شکارچی	جبار، راعی، النسق، بزرگ‌منش	Orion
بَربَت، بربوت	شَلیاق، چنگ رومی، دیگ‌پایه، یک‌پایه، سه‌پایه، لورا (از لاتین)	Lyra
شیر	اثافی، نسر واقع، سلحفات، بربط، الصنج، کَشَف	
شیر کوچک	اسد، شیر سپهر	Leo
تاووس	اسد اصغر	Leo Minor
عقاب	طاووس	Pavo
قطب‌نما	–	Aquila
قنطورس	–	Pyxis
سیفوس	سنطوروس، ظلیم	Centaurus
	سلطان، ملتهب، قیفاووس	Cepheus

ادامهٔ جدول ۲ـ۱

نام‌های فارسی	نام‌های دیگر در متون فارسی	نام‌های انگلیسی
کبوتر	حمامه	Columba
کژدُم	عقرب	Scorpius
کشتی‌دُم	دنبالهٔ کشتی، تفر	Puppis
کلاغ	غُراب، زاغ	Corvus
کمان	قوس، رامی، کماندار، کمانگیر، تیرانداز، نیم‌اسب	Sagittarius
کوره، تنور	تنور	Fornax
کوهمیز	میز، میز صحرایی	Mensa
گاو	ثور	Taurus
گاوران	عوّا، گاوچران، بقار، صیّاح، حارس‌الشمال، حارس‌السماء، نفاس، بورطیس حارس، طاردالدب	Boötes
گرگ	سبع، سرحان	Lupus
گونیا	خط‌کش، تراز	Norma
گیسو	گیسوان برنیکه، ذوائب برنیس	Coma Berenices
مار	حیّه	Serpens
مار باریک	شجاع	Hydra
مارافسای	حوّا، حامل مار	Ophiuchus
ماکیان	دجاجه، قو، مرغ، طایر، اوزالعراقی، الفوارس، صلیب شمالی، چلیپای شمالی	Cygnus
ماهی	حوت، حوتین، سمکه، دوماهی، ماهی سپهر	Pisces
ماهی پرنده	–	Volans
ماهی جنوب	حوت جنوبی	Piscis Austrinus
ماهی زرین	ماهی طلایی، طلاماهی، ابوسیف	Dorado
سه‌سوی جنوبی	مثلث جنوبی	Triangulum Australe
مرغ بهشتی	پرندهٔ بهشتی، طائرالفردوس	Apus
مگس جنوبی	مگس، ذُباب	Musca
ریزبین	میکروسکوپ	Microscopium
نهنگ	قیطُس، هیولای دریایی، مجمع الکواکب، کَهت (از پارسی میانه)	Cetus
هشتک	ثُمن، اُکتان	Octans
هندی	–	Indus

۹ـ۱ واحدهای اندازه‌گیری فواصل در فضا

فاصلهٔ بین ستارگان تا زمین به قدری زیاد است که به کار بردن واحدهای معمولی نظیر کیلومتر مقدور نیست. نزدیک‌ترین ستارهٔ بعد از خورشید ۴۰ تریلیون کیلومتر از ما فاصله دارد، عددی که نوشتن، به خاطر سپردن، و به کار بردن آن بسیار دشوار است. لذا این فاصله‌های زیاد را به راحتی نمی‌توان با معیارهای مورد استفاده در زمین سنجید. در نجوم معمولاً فواصل بین اجرام سماوی را با ۳ روش اندازه‌گیری می‌کنند که عبارت‌اند از: واحد نجومی[1]، سال نوری[2]، و پارسِک[3].

۱ـ۹ـ۱ واحد نجومی

هر واحد نجومی برابر است با متوسط فاصلهٔ زمین تا خورشید، یعنی ۱۵۰ میلیون کیلومتر. این واحد از نظر نجومی واحدی است نسبتاً کوچک، و برای بیان کردن فواصل در خارج از منظومهٔ خورشیدی کاربرد چندانی ندارد و بیشتر در منظومهٔ خورشیدی از آن استفاده می‌شود. علامت اختصاری آن «و.ن» است.

۲ـ۹ـ۱ سال نوری

این معیار از واحد نجومی بزرگ‌تر است و به وسیلهٔ آن به راحتی می‌توان فاصله‌های دوردست و خارج از منظومهٔ خورشیدی را اندازه‌گیری نمود. برحسب تعریف، هر سال نوری عبارت است از مسافتی که یک شعاع نور با سرعت ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه در مدت یک سال می‌پیماید. یک سال نوری $۹/۵\times۱۰^{۱۲}$ برابر کیلومتر (۹/۵ تریلیون کیلومتر) است. فاصلهٔ نزدیک‌ترین ستارهٔ بعد از خورشید به ما (آلفای قنطورس[4]) ۴/۲ سال نوری است (دگانی، ۱۳۶۳).

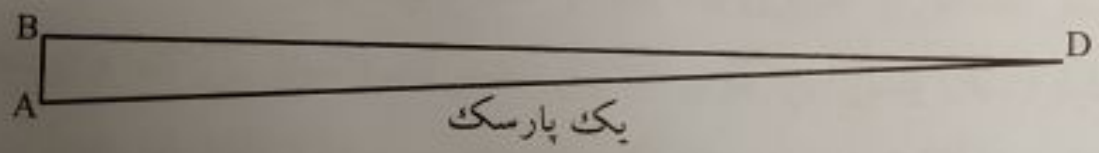
---

1. Astronomical Unit
2. Light Year
3. Parsec
4. Alpha Centauri

۳ـ۹ـ۱ پارسک

ستاره‌ای که اختلاف منظر سالانه‌اش یک ثانیهٔ قوسی است (۱/۳۶۰۰ درجه، که زاویه‌ای است بسیار ناچیز) در فاصلهٔ ۲۶/۳ سال نوری قرار دارد و گفته می‌شود که در فاصلهٔ یک پارسک می‌باشد. به عبارت دیگر، یک پارسک فاصله‌ای است که در آن فاصله ستاره دارای اختلاف منظری درست برابر با یک ثانیهٔ قوسی است. همچنین برای مسافت‌های طولانی‌تر می توانیم از کیلوپارسک استفاده کنیم که برابر است با ۱۰۰۰ پارسک، و مگاپارسک برابر با ۱۰۰۰۰۰۰ پارسک (یک میلیون پارسک) است.

یک پارسک به عنوان فاصله‌ای تعریف می‌شود که از آن شعاع مدار زمین تحت زاویه‌ای برابر با "۱ (یک ثانیه) قوسی دیده شود (استروو، ۱۹۷۱). یک پارسک فاصلهٔ فوق‌العاده بزرگی است و برحسب کیلومتر تقریباً معادل ۳۰×۱۰^{۱۲} کیلومتر (سی تریلیون کیلومتر) است. در شکل ۱۵ـ۱، اندازهٔ تقریبی یک پارسک نشان داده شده است، اما این شکل خیلی دقیق نیست، چون زاویه به مقیاس کشیده نشده است. وقتی که شکل به مقیاس کشیده شود، زاویهٔ A به ۹۰ درجه خیلی نزدیک خواهد بود (این زاویه برابر با ۹۰ درجه منهای یک ثانیه است). اضلاع BD و AD تقریباً موازی‌اند، و نقطهٔ D بسیار دورتر از ضلع AB واقع است. برحسب این معیار، فاصلهٔ نزدیک‌ترین ستاره، یعنی آلفای قنطورس، ۱/۳ پارسک است. ستارگان دیگر به فاصلهٔ صدها و هزارها پارسک هستند.



شکل ۱۵ـ۱ اندازهٔ تقریبی یک پارسک

در شکل ۱۵ـ۱، زاویهٔ D اختلاف منظر است و هرچه جرم سماوی دورتر باشد، این زاویه کوچک‌تر خواهد شد. با توجه به شکل مذکور، زاویهٔ B مساوی ۹۰

درجه، زاویهٔ A برابر با ۸۹ درجه و ۵۹ دقیقه و ۵۹ ثانیه، و طول ضلع AB برابر با ۱۵۰ میلیون کیلومتر است (یعنی نصف قطر مدار انتقالی زمین به دور خورشید)؛ همچنین، اگر زاویهٔ D برابر با یک ثانیه باشد، آنگاه طول ضلع AD برابر یک پارسک است.

به رابطهٔ سادهٔ میان اختلاف منظر یک ستاره و فاصلهٔ آن به پارسک باید توجه داشت، که یکی عکس دیگری است. بنابراین، ستاره‌ای که اختلاف منظر آن ۰/۵ ثانیهٔ قوس باشد به فاصلهٔ ۲ پارسک، و ستاره‌ای که اختلاف منظر آن ۰/۲ ثانیهٔ قوس باشد به فاصلهٔ ۵ پارسک، و ستاره‌ای که اختلاف منظر آن ۰/۱ ثانیه قوس است به فاصلهٔ ۱۰ پارسک قرار دارد، و الی آخر. به عبارت دیگر، پارسک و معکوسِ اختلاف منظر با یکدیگر برابرند.