دکتر تقی عدالتی: دانشگاه فردوسی ـ بنیاد پژوهشهای اسلامی
حسن فرخی: دبیر آموزش و پرورش مشهد ـ بنیاد پژوهشهای اسلامی

مقدمه‌ای بر شناخت نجوم در جغرافیای ریاضی
(۳)

هندسهٔ زمین: در این مبحث به پاره‌ای از اصطلاحات جغرافیای ریاضی دربارهٔ زمین اشاره می شود.

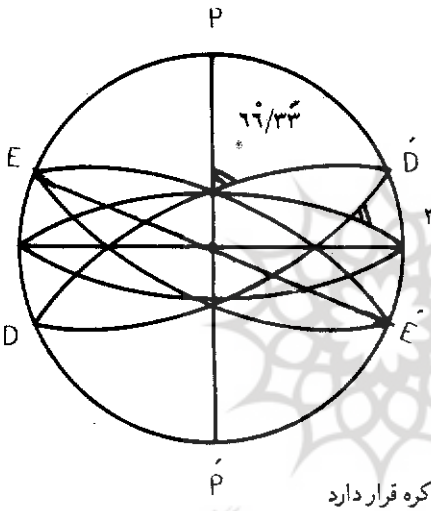
الف: محور[1]: خطی فرضی است که زمین حرکت چرخشی (وضعی) خود را به دور آن انجام می دهد. محلّ تلاقی این خط با زمین را قطب شمال و قطب جنوب[2] جغرافیایی می‌گویند. به عبارت دیگر محور زمین دو قطب شمال و جنوب جغرافیایی را به هم متّصل می‌کند. امتداد محور زمین در فضا به فاصله تقریباً یک درجه از کناریکی از ستارگان واقع در صورت فلکی خرس کوچک[3] (دبّ اصغر)، ستاره قطبی[4] یا جُدی، می‌گذرد، لذا ستاره قطبی برای ساکنان نیمکره شمالی وسیله خوبی برای جهت‌یابی است. پیدا کردن امتداد جنوبی محور زمین قدری مشکل است و می توان از ستاره صلیب جنوبی[5] کمک گرفت. محور زمین نسبت به خود دارای حرکت است که این حرکت به نام رقص محوری (حرکت نوسانی محور زمین[6]) مشهور است. محور زمین نسبت به صفحه دایرة‌البروج عمود نبوده و با آن زاویه‌ای به اندازه ۶° ۳۳' ۶۶" می سازد که این تمایل عاملی عمده در تغییرات تابش ونور و گرمای خورشید است (شکل ۱):

ب ـ دایرة البروج[7]: صفحه‌ای است که مدار گردش سالیانه زمین به دور خورشید در آن قرار دارد به عبارت دیگر مسیر سالانه ظاهری حرکت خورشید در میان ستارگان را

1 - Axis 2 - North and South Pole. 3 - Ursa Minor 4 - Polaris.
5 - Southern Cross. 6 - Nutation. 7 - Ecliptic

دایرةالبروج گویند. دایرةالبروج نسبت به سطح استوای زمین زاویه‌ای را به اندازه ۲۳° ۲۷′ ۲۱″ نشان می دهد

ج- صورتهای فلکی: قدما عقیده داشتند که آفتاب علاوه بر حرکت شبانه‌روزی خود، ارتفاع خود را در روزهای مختلف تغییر می دهد. آنها برای جهت‌یابی در آسمان، ستارگان را در گروههای مخصوصی قرار می دادند و به این مجموعه‌ها، صورتهای فلکی می‌گفتند.



شکل شماره ۱: کره سماوی که زمین در مرکز کره قرار دارد

هریک از صور فلکی نام خاصی دارند. یونانیها، رومیها، اعراب، ایرانیها و چینیها صور فلکی را نامگذاری کرده‌اند، این نامها یا نام یکی از جانوران (خرس کوچک و بزرگ، شیر...) یا نام اشیاء (تاج[8]، مثلث[9] ...) است و یا اینکه جنبه اساطیری دارند (کاسیوپه[10]، آندرمدا...). از قرن هفدهم میلادی ستارگان منفرد صور فلکی را با حروف یونانی مشخص کرده‌اند. امروز ستارگان ضعیف را با شماره نامگذاری می‌کنند و به هر ستاره نام ویژه‌ای داده‌اند مثلاً ستاره آلفا (∝) واقع در صورت فلکی خرس بزرگ را سیریوس[11] و آلفای واقع در صورت فلکی ممسک‌الاعنه[12] را عیوق[13] و آلفای واقع در صورت فلکی شلیاق[14] رانسر واقع[15] می نامند. ماه و خورشید از مقابل دوازده صورت فلکی و با سرعت تقریباً یک‌درجه در

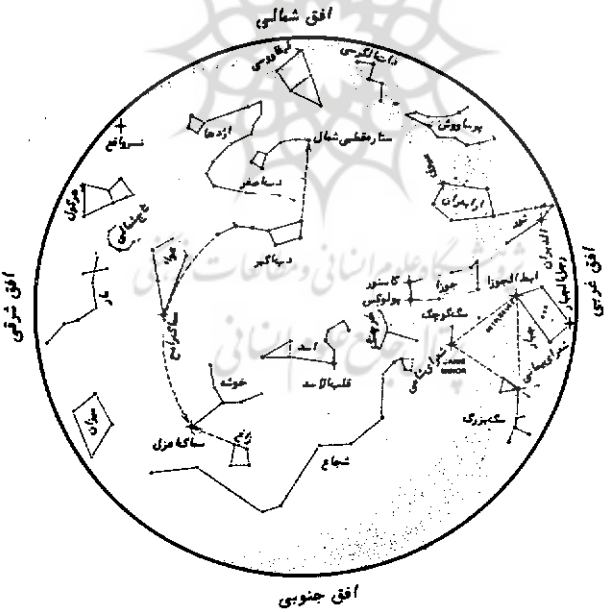
8 - Corona. 9 - Triangle. 10 - Cassiopeia. 11 - Sirius. 12 - Auriga 13 - Capella.
14 - Lyra 15 - Vega

روز عبور می‌کنند. به هریک از این دوازده صورت فلکی برج و به مجموعهٔ آنها منطقة البروج گویند. شاید معروفترین صورت فلکی آسمان دبّ اصغر باشد که قطب شمال آسمان در نزدیکی درخشان‌ترین ستاره‌آن، ستاره قطبی یا جدی، قرار دارد. امروزه ۸۸ صورت فلکی در آسمان تشخیص داده‌اند که مهمترین آنها بر حسب فصول عبارتند از: الف: صور فلکی بهار: عوا[۱۶] (گاوچران)، سنبله[۱۷]، اژدها[۱۸]، دبّ اکبر، دب اصغر، اسد[۱۹]، سرطان[۲۰] (خرچنگ)

صور فلکی تابستان: شلیاق (چنگ رومی)[۲۱] دجاجه (قو)، قوس[۲۲] (تیرانداز)، عقرب[۲۳] (کژدم)، جاثی[۲۴] (برزانونشسته)،

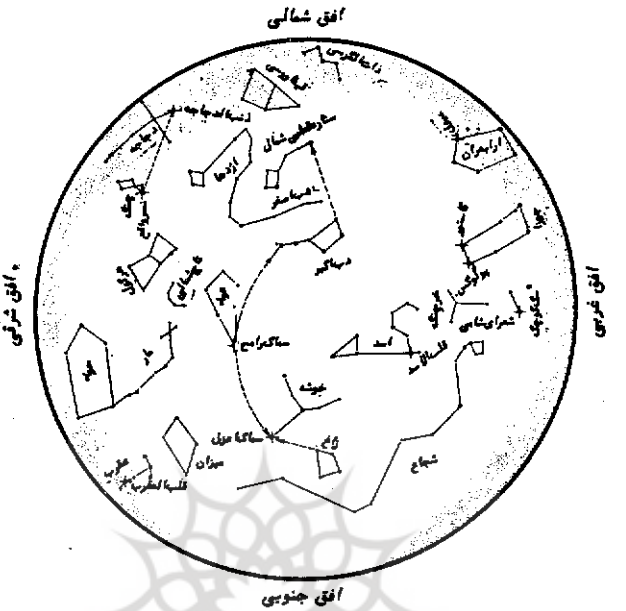
صور فلکی پائیز: ذات الکرسی[۲۵]، آندرومرا، پرساووس[۲۶] (پهلوان) فرس اعظم[۲۷] (اسب بزرگ).

صور فلکی زمستان: جبار[۲۸] (شکارچی)، دب اکبر، ثور[۲۹] (گاو نر)، ممسک الاعنه (ارابه ران)

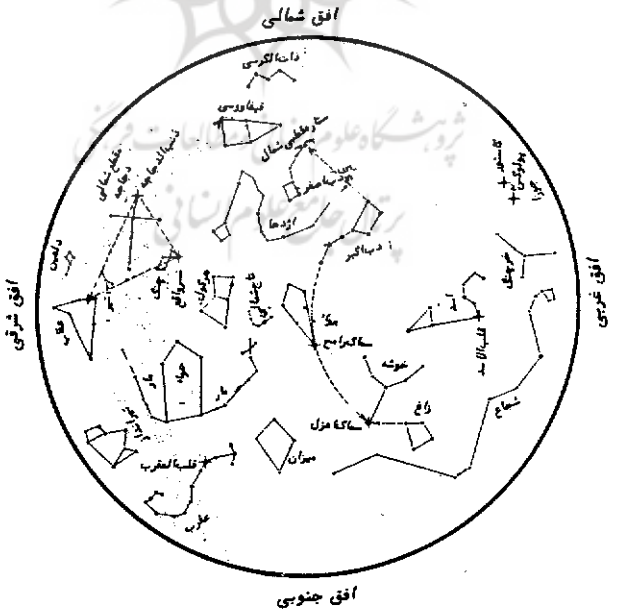


شکل شماره ۱/۱: آسمان شب در ماه آوریل (دوازدهم فروردین-دهم اردیبهشت)-صورتهای فلکی بهار

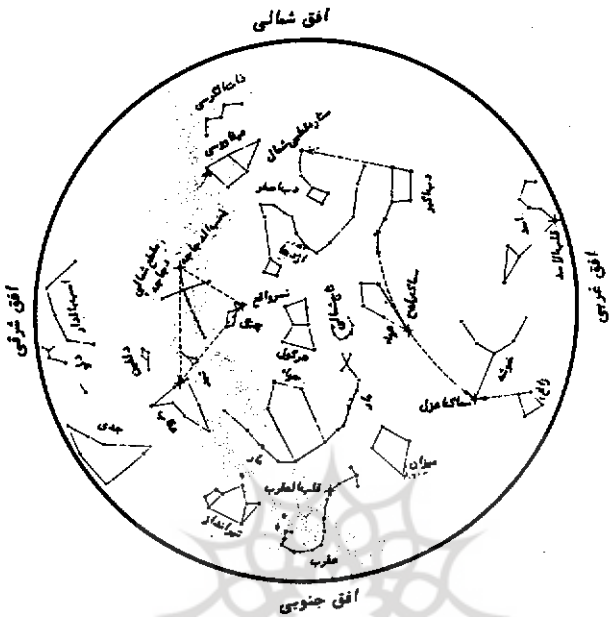
16- Bootes 17- Virgo 18- Draco 19- Leo 20- Cancern
21- Cygnus 22- Sagittarius 23- Scorpius 24- Hercules 25- Cassiopeia
26- Perseus 27- Pegasus 28- Orion 29- Taurus



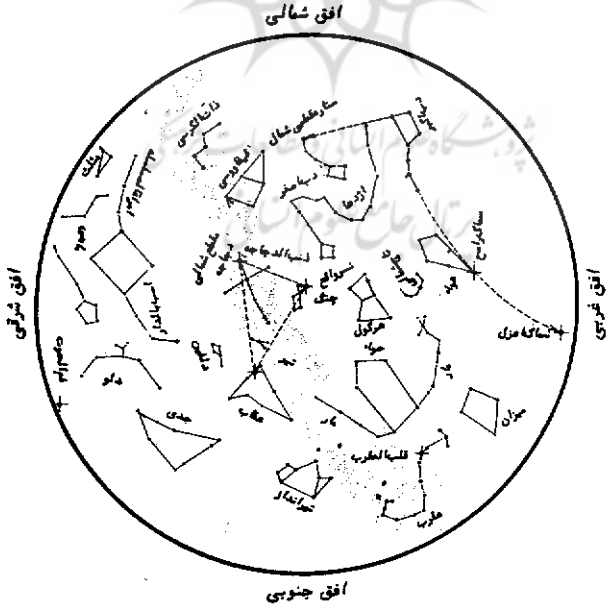
شکل شماره ۱/۲: آسمان شب در ماه مه (یازدهم اردیبهشت- دهم خرداد)- صورتهای فلکی بهار



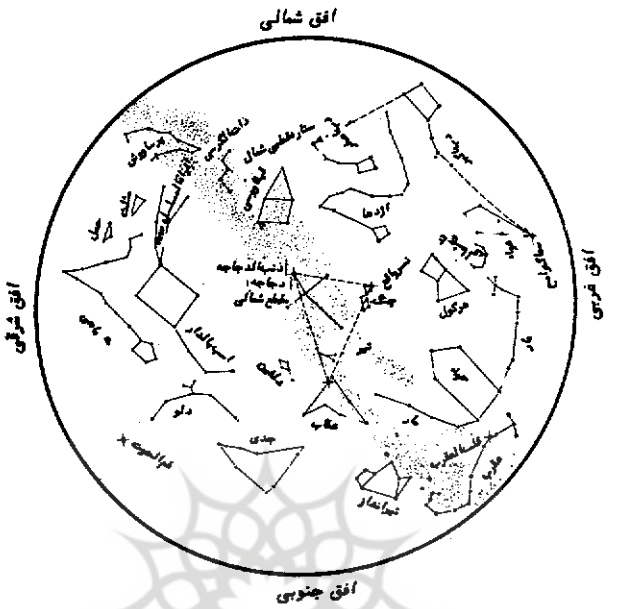
شکل شماره ۱/۳: آسمان شب در ماه ژوئن (یازدهم خرداد- نهم تیر)- صورتهای فلکی بهار



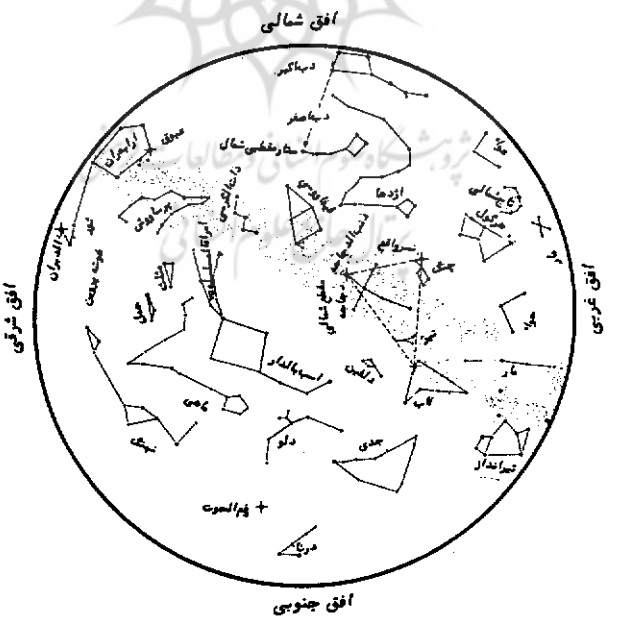
شکل شماره ٤/١: آسمان شب در ماه ژولای (دهم تیر- نهم مرداد) -صورتهای فلکی تابستان



شکل شماره ٤/٢: آسمان شب در ماه اوت (دهم مرداد- نهم شهریور)- صورتهای فلکی تابستان

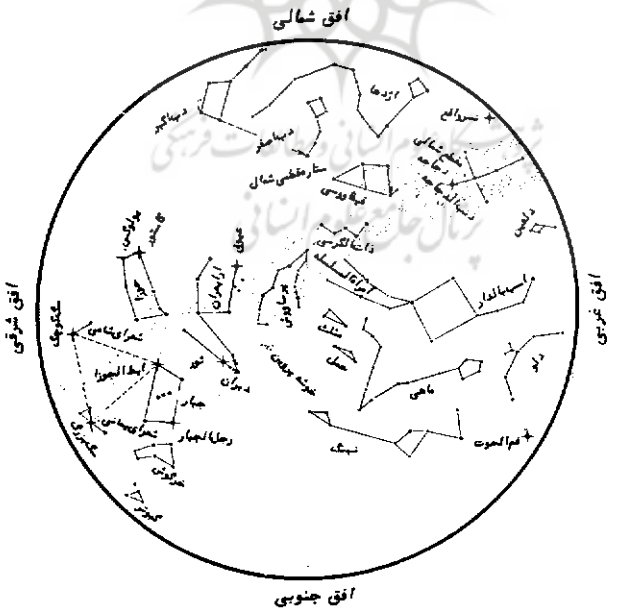


شکل شماره ۴/۳: آسمان شب در ماه سپتامبر (دهم شهریور- هشتم مهر)- صورتهای فلکی تابستان

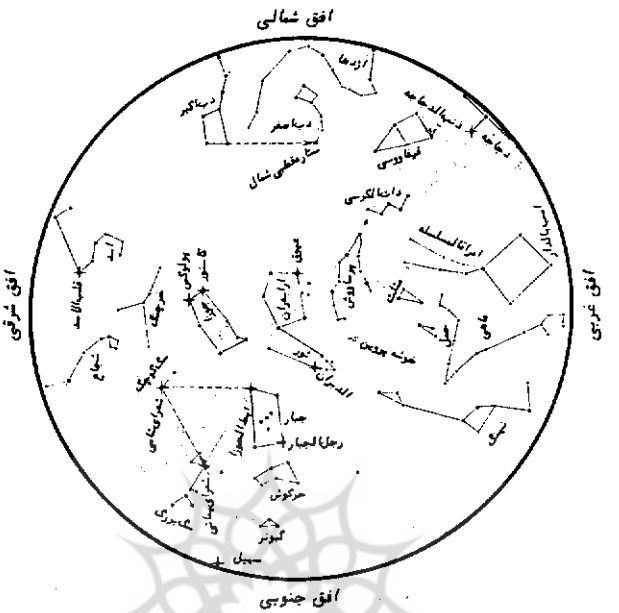


شکل شماره ۵/۱: آسمان شب در ماه اکتبر (نهم مهر- نهم آبان)- صورتهای فلکی پائیز

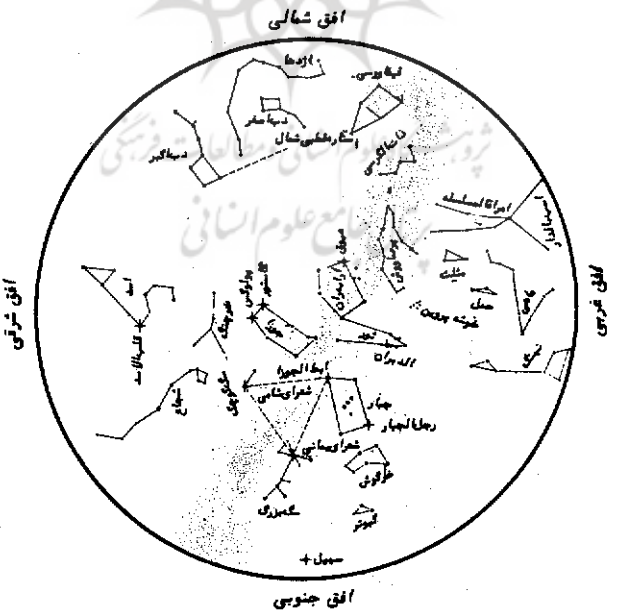
شکل شماره ۵/۲: آسمان شب در ماه نوامبر (دَهم آبان- نهم آذر)- صورتهای فلکی پائیز



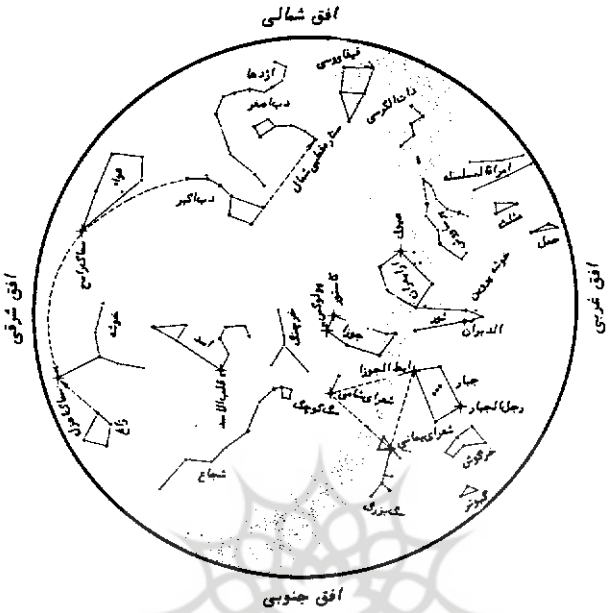
شکل شماره ۵/۳: آسمان شب در ماه دسامبر (دهم آذر- دهم دی)- صورتهای فلکی پائیز



شکل‌شماره۶/۱: آسمان شب‌در ماه ژانویه (یازدهم دی- یازدهم بهمن)-صورتهای فلکی زمستان



شکل شماره ۶/۲: آسمان شب در ماه فوریه (دوازدهم بهمن- نهم اسفند) صورتهای فلکی زمستان

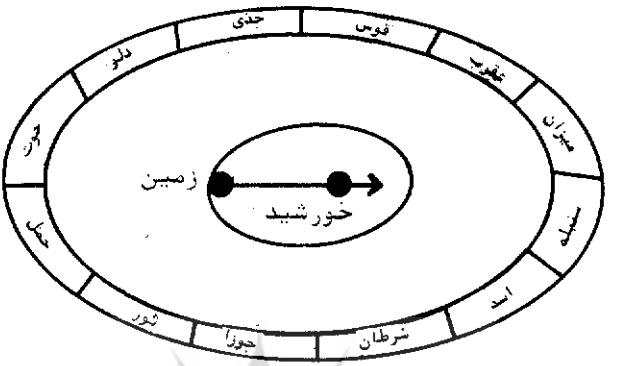


شکل شماره ۶/۳: آسمان شب در ماه مارس (دهم اسفند-یازدهم فروردین)-صورتهای فلکی زمستان

د- منطقة البروج[30]: منطقه‌ای عظیمه از کره آسمانی که بر اثر تقاطع با صفحه مدار گردش سالیانه زمین به وجود می‌آید، به عبارت دیگر به نوار باریکی که روی کره سماوی و به فاصله ۸/۵° در دو طرف دایرة‌البروج قرار دارد، منطقة البروج گویند. بجز زهره و پلوتو حرکت تمام سیارات در این منطقه صورت می‌گیرد. منطقه البروج شامل دوازده صورت فلکی است که نقش عمده‌ای در طالع‌بینی دارند. بروج دوازده گانه عبارتند از: برج حمل[31] (بره) ثور، جوزا[32] (دوپیکر)، سرطان، اسد، سنبله، عقرب، قوس، جدی (بزغاله) دلو[33] (سطل) وحوت[34] (ماهی). خورشید به ترتیب سه برج اوّل را در بهار و سه برج آخر را در فصل زمستان طی می‌کند. منطقه‌البروج را نخست در سده دوم ق. م تنظیم کردند و سپس در آن تغییراتی به وجود آمد. در آغاز، اعتدال بهاری (اول فروردین) در برج حمل بود ولی امروزه، اول فروردین، خورشید در برابر برج حوت قرار می‌گیرد، ماه نیز همیشه در یک ناحیه باقی

30- Zodiac 31- Aries 32- Gemini 33- Aquarius 34- Pisces

نمی‌ماند و با پیمودن تقریباً ۱۳° در ۲۴ ساعت، تغییر محل می‌دهد و لذا حرکت انتقالی خود را در مدت ۲۷/۲۳ روز انجام می‌دهد (شکل شماره ۷)

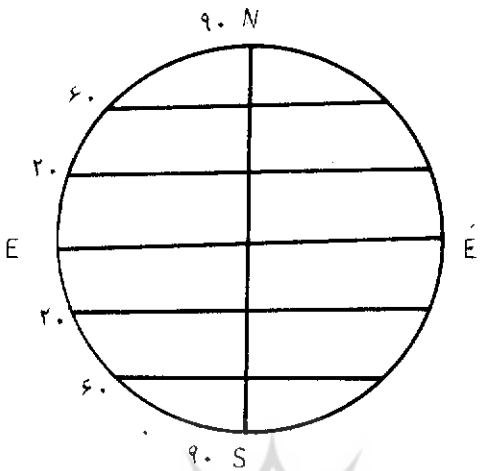


شکل شماره ۷: صور فلکی دوازده گانه

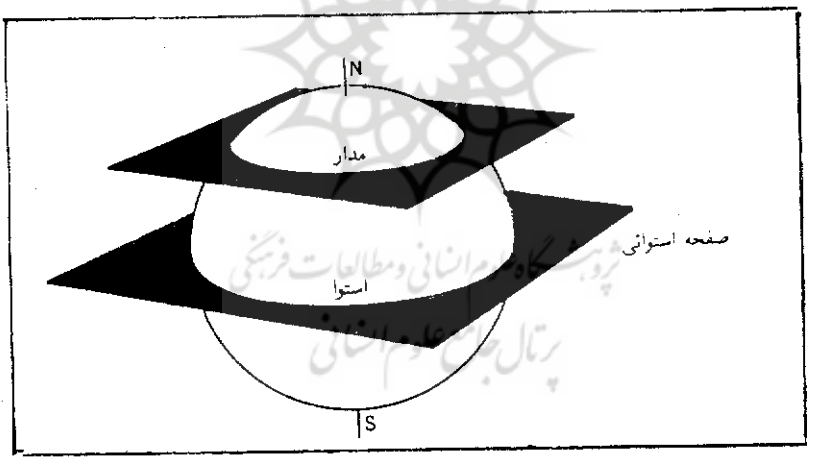
هـ ـ استوا[۳۵]: بزرگترین مدار روی زمین، دایره استوا است که بر محور زمین عمود است و زمین را به دو نیمکره شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند. به عبارت دیگر، استوا، دایره عظیمه‌ای است که بر محور چرخش زمین عمود است و خطی است که سطح زمین را قطع می‌کند. گفته می‌شود که وجه تسمیه آن، این است که شب و روز کلیّه نقاط واقع بر روی استوا، در تمام طول سال، مساوی است. دایره استوا بر مدار صفر درجه زمین انطباق دارد و در واقع مبنای عرض جغرافیایی است. محیط این دایره ۴۰۰۷۵ کیلومتر است. (شکل شماره۸)

و ـ مدارات[۳۶]: خطوط یا دوایری فرضی که موازی با یکدیگر بوده و سطح آنها عمود بر محور زمین است. به عبارت دیگر هنگامی که صفحه‌ای در خارج از کرهٔ زمین بر محور عمود شود، فصل مشترک آن یک نقطه خواهد بود، ولی به طرف مرکز زمین، این فصل مشترک به صورت دایره درخواهدآمد که به این فصل مشترکها، مدار می‌گویند. استوا بزرگترین مدار سطح زمین است. اندازه مدارات دردونیمکره‌برابر نبوده و از استوا به طرف قطب از طول مدارات کاسته می‌شود. سرعت حرکت زمین به دور محور خود در عرضهای جغرافیایی مختلف از ۱۶۶۹ کیلومتر در ساعت در روی خط استوا تا صفر در قطب متغیر است. اندازه مدارات نیز

35 - Equator 36 - Parallels of Latitude



شکل شماره ۸: الف: مدارات



ب: صفحه مدار و استوا

از ۰ تا ۹۰° شمالی و ۰ تا ۹۰° جنوبی تغییر می‌کند. (جدول شمارهٔ ۱)

ز- نصف النهارات[۳۸]: هر صفحه ای که بر دو قطب زمین عبور کند با سطح آن دوایری می سازد که به آن نصف النهار یا نیمروز می‌گویند. نصف النهارات تقریباً با هم مساویند.

37- Meridian

جدول شمارهٔ ۱: سرعت حرکت زمین در عرضهای جغرافیایی مختلف

عرض جغرافیایی	سرعت Km/hr	عرض جغرافیایی	سرعت Km/hr
۰°	۱۶۶۹	۶۰°	۸۳۹
۲۰°	۱۵۶۰	۷۰°	۵۷۰
۳۰°	۱۴۵۰	۸۰°	۲۹۰
٤۰°	۱۲۷۰	۹۰°	صفر
۵۰°	۱۰۷۵		

اندازه نصف‌النهارات از ۰ تا ۱۸۰° شرقی و ۰° تا ۱۸۰° غربی است.

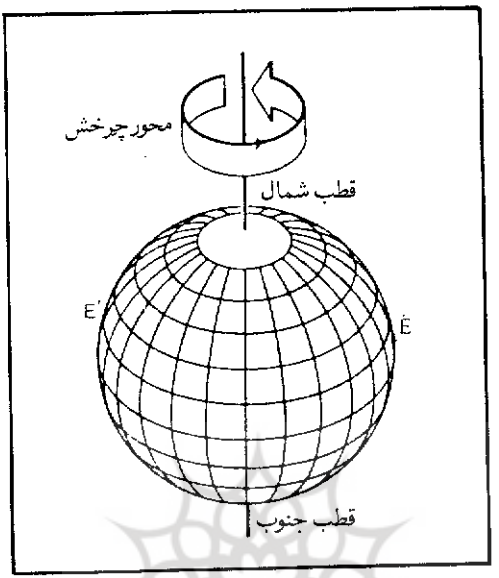
جغرافیدانان مسلمان نصف‌النهاری که از جزایر خالدات (قناری)[۳۸] در شمال غربی کشور مراکش عبور می‌کرده است را به عنوان نصف‌النهار مبدأ می دانستند. در دوران اکتشافات جغرافیایی و تا اواخر قرن نوزدهم، کشورهای اروپایی، نصف‌النهاری را که از پایتخت کشورشان عبور می‌کرد، به عنوان نصف‌النهار مبدأ انتخاب می‌کردند لذا از نظر بین‌المللی دچار اشکالات فراوانی می شدند، بدین‌ترتیب در سال ۱۸۵٤ م، کنگره‌ای از نمایندگان ۲٤ کشور جهان در شهر واشنگتن تشکیل و توافق شد تا نصف‌النهاری که از ۸ کیلومتری لندن در ساحل جنوبی رود تایمز به نام گرینویچ[۳۹]، عبور می‌کند، به عنوان نصف‌النهار مبدأ یا اولیه[۴۰] و یا صفر درجه انتخاب شود و سایر نصف‌النهارات براساس نصف‌النهار صفر درجه گرینویچ تنظیم شوند[۴۱]. نصف‌النهار گرینویچ زمین را به دو نیمکره شرقی و غربی تقسیم می‌کند.

ج- طول جغرافیایی[۴۲] : توصیف موقع و موضع هر نقطه در روی سطح زمین با کمک طول و عرض جغرافیایی صورت می‌گیرد. طول و عرض جغرافیایی با استفاده از دو نوع صفحه ای که سطح زمین را قطع می‌کنند تعریف می شوند. نقطه شروع تعاریف، چرخش زمین

38 - Canany 39 - Greenwich 40 - Primary Meridian

۴۱ - صفی نژاد، جواد- مبانی جغرافیای انسانی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۶۳

42 - Longitude.

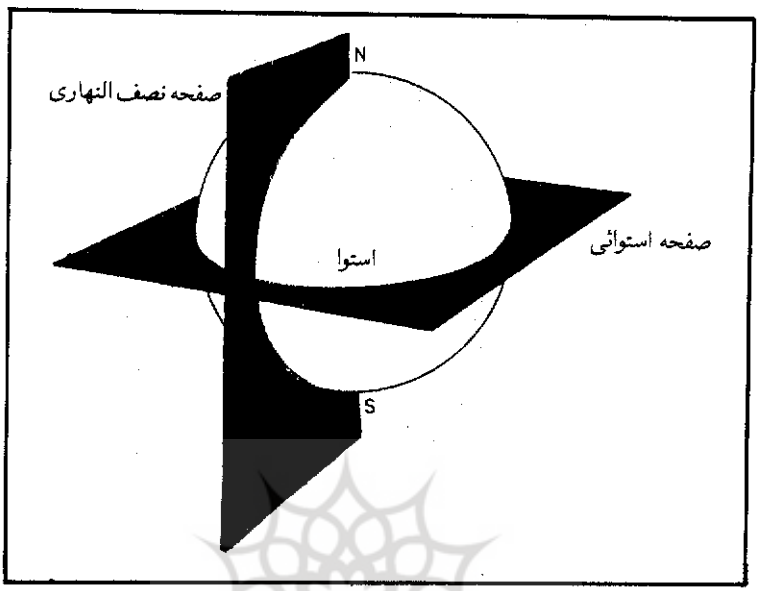


شکل شماره ۹: نصف النهارات

است. محور چرخش زمین، سطح زمین را در قطبهای شمال و جنوب قطع می‌کند. صفحه استوایی[۴۳] بر محور زمین عمود است، از وسط خط محور (N - S) می‌گذرد. صفحه‌ای که بر صفحهٔ استوایی عمود است و از قطبین زمین عبور می‌کند، صفحه نصف النهاری نام دارد و دایره‌ای که از تقاطع سطح زمین حاصل می شود به دایره نصف النهار معروف است (شکل ۱۰)

بدین ترتیب طول جغرافیایی یک نقطه در سطح زمین عبارت است از زاویه‌ای که بین صفحه نصف النهار عبوری از آن نقطه و صفحه نصف النهاری که از گرینویچ می‌گذرد، قرار دارد. گاهی نیز طول جغرافیایی را زاویه‌ای می دانند که از نصف النهار اولیه (مبدأ) تا نصف النهار محلّ و در جهت عکس حرکت عقربه های ساعت (به طرف شرق) امتداد دارد و این هنگامی است که زمین از بالای قطب شمال نظاره شود. به عبارت دیگر طول جغرافیایی عبارت است از فاصله زاویه‌ای هر نقطه تا نصف النهار مبدأ که این فاصله به درجه، دقیقه و

43- Eguatorial Plane



شکل شماره ۱۰: صفحه استوایی و صفحهٔ نصف النهاری

ثانیه قوسی است. اندازه وگستره طول جغرافیایی از صفر تا $180^{\circ}E$ و $180^{\circ}W$ می باشد (شکل ۱۱)

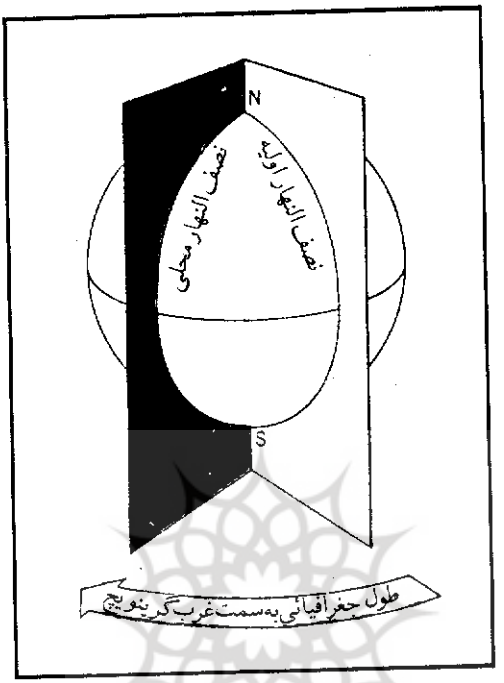
طول جغرافیایی عبارتست از قوسی از استوا که بین نصف النهار هر نقطه و نصف النهار مبدأ قرار گرفته است [۴۴].

از آن جا که هر نصف النهار دارای یک سطح نصف النهاری است لذا همه نصف النهارات با هم برابر بوده و در نقطه قطب همدیگر را قطع می‌کنند، بدین ترتیب طول جغرافیایی تمام نقاط واقع بر روی یک نصف النهار با هم برابر خواهند بود ولی مسافت میان آنها متناسب با عرض جغرافیایی نقاط مختلف، متفاوت است.

: عرض جغرافیایی [۴۵] : دوّمین صفحه ای که برای تعیین موقع و موضع بر روی سطح زمین به کار می رود، صفحه‌ای به موازات صفحه استوایی است. همان‌طور که گفته شد، صفحاتی که در سطح زمین بین استوا و قطبین قرار دارند، دوایری به نام مدارات می سازند،

۴۴ - مهدی نژاد، محمود، نقشه خوانی در جغرافیا، ناشر، مؤلف، اصفهان، ۱۳۶۸.

45 - Latitude



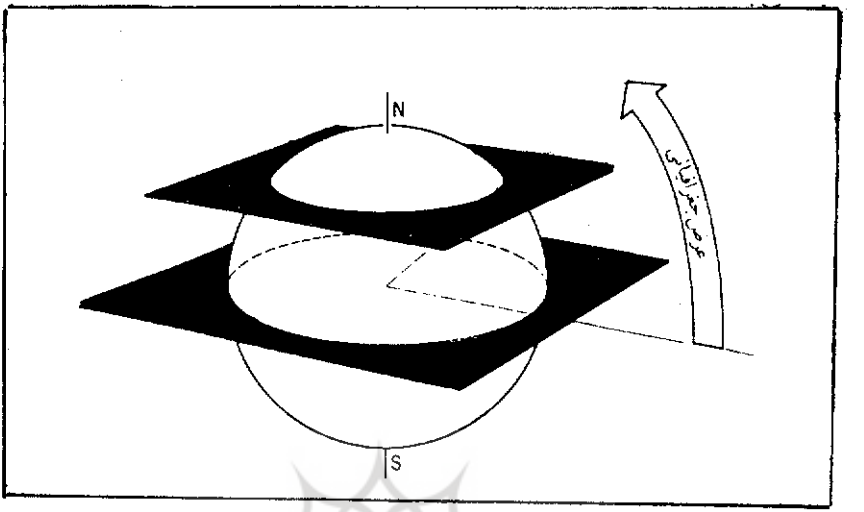
شکل شماره ۱۱: طول جغرافیایی

لذا برای تعریف عرض جغرافیایی یک نقطه در صفحه نصف النهار محلّ می توان گفت که اگر دو خط از مرکز زمین به استوا و نقطه مورد نظر وصل کنیم، زاویه بین این خطوط را عرض جغرافیایی می نامیم (شکل ۱۲)

یعنی عرض جغرافیایی هر نقطه عبارتست از زاویه ای که قائم آن نقطه با سطح استوا می سازد.

یا عرض جغرافیایی هر نقطه، فاصله زاویه ای آن نقطه به درجه، دقیقه و ثانیهٔ قوسی تا خط استوا است. عرض جغرافیایی بر حسب درجات به سمت شمال و جنوب استوا اندازه گیری شده و گستره آن از ۰ تا $^{\circ}N$ ۹۰ یا $^{\circ}S$ ۹۰ در قطبین می باشد. شکل شماره ۱۳، موقع جغرافیایی یک نقطه را در روی سطح زمین نشان می دهد.

از آن جا که $^{\circ}$۹۰ عرض جغرافیایی زمین برابر با ربع محیط زمین یا تقریباً ۹۹۲۰ کیلومتر است، بنابراین طول یک درجه از عرض جغرافیایی برابر است با ۱۱۰ کیلومتر بر روی سطح



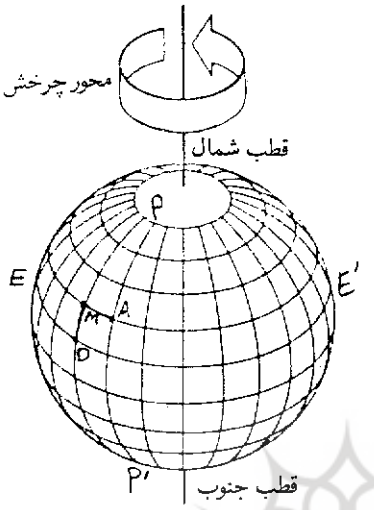
شکل شماره ۱۲: عرض جغرافیایی

زمین و چون یک درجه طول جغرافیایی بر عرض جغرافیایی آن منطبق است و عرض جغرافیایی (λ) دارای محیطی برابر با $2\pi R\cos$ می باشد، لذا طول یک درجه از نصف النهار (طول جغرافیایی) برابر با $110 \cos \lambda$ کیلومتر است. (جدول شمارهٔ ۲)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شمارهٔ ۲: طول یک درجه از مدار و نصف النهار در عرضهای مختلف جغرافیایی

عرض جغرافیایی	طول یک درجه از مدار	طول یک درجه از نصف النهار
۰°	۱۱۱/۳۲٤ کیلومتر	۱۱۰/۵۷٦ کیلومتر
۱۵°	۱۰۷/۵۵۵ کیلومتر	۱۱۰/٦۵۰ کیلومتر
۳۰°	۹٦/٤۹۰ کیلومتر	۱۱۰/۸۵۵ کیلومتر
٤۵°	۷۸/۸۵۱ کیلومتر	۱۱۱/۱۳۵ کیلومتر
٦۰°	۵۵/۸۰۳ کیلومتر	۱۱۱/٤۱۷ کیلومتر
۷۵°	۲۸/۹۰۳ کیلومتر	۱۱۱/٦۲٤ کیلومتر
۹۰°	کیلومتر	〃 ۱۱۱/۷۰۰



EE = استوا

PP = نصف النهار مبدأ

MA = M طول جغرافیایی نقطه

DM = M عرض جغرافیایی

شکل شماره ۱۳:

٤ـ خواص فیزیکی زمین. یکی از مباحث مهمّ فیزیک زمین، مغناطیس زمین است.

مغناطیس زمین: زمین توسط میدانی مغناطیسی احاطه شده است که نیروی آن به اطراف زمین نیز امتداد دارد. گفته می شود که چینیها اولین اقوامی بودند که قطب شمال و جنوب آهن‌ربا را مشخص و سپس در امور دریانوردی از قطب‌نما استفاده کرده‌اند. در قرن هفدهم «ویلیام گیلبرت» ثابت کرد که در اطراف زمین میدانی مغناطیسی وجود دارد. میادین مغناطیسی در کهکشانها پدیده‌هایی معمولی می باشند نیروی میدان مغناطیسی عمودی خورشید دو برابر میدان مغناطیسی زمین است. همچنین ستارگانی کشف شده‌اند که نیروی میدانهای مغناطیسی آنها هزاران بار بیشتر از نیروی میدان مغناطیسی زمین می باشند. شدّت نیروی میدان مغناطیسی را بر حسب واحدی بنام «گاوس»[۴۶] بیان می‌کنند. قانون اساسی نیرو در مغناطیس شبیه قانون «نیوتن» در گرانی است، نیروی دافعه بین دو قطب متناسب با شدّت نیروی قطب‌ها بوده و با مربع فاصله آنها نسبت معکوس دارد. دو قطب واحد از یک نوع با نیرویی برابر یک «دین» در فاصله یک سانتیمتری یکدیگر را دفع و دو قطب مختلف در همان فاصله و با همان شدّت نیرو یکدیگر را جذب می‌کنند. شدت نیروی میدان

46 - Gauss

مغناطیس در یک نقطه معین برابر نیرویی است که بر قطب واحد در همان نقطه وارد می شود. شدت نیروی میدان مغناطیسی زمین ۰/۶۲ «گاوس» در قطب مغناطیسی است و در استوا ۰/۳۱ گاوس است لذا زمین دارای میدان مغناطیسی نسبةً ضعیفی است. قطبین مغناطیسی زمین با قطبهای شمال و جنوب جغرافیایی زمین یکی نیست و حدود ۱۷۰۰ کیلومتر با هم فاصله دارند. قطب شمال مغناطیسی زمین فعلاً در نزدیکی خلیج هودسن در کشور کانادا قرار دارد و قطب جنوب مغناطیسی آن در سرزمین ویکتوریا در قاره قطب جنوب واقع است. منشأ میدان مغناطیسی زمین نامعلوم است. عدّه‌ای معتقدند که میدان مغناطیسی زمین نتیجه چرخش آرام جسمی جامد از آهن و نیکل است که در درون زمین قرار دارد. گروهی دیگر اعتقاد به وجود نوعی دینامو و حرکات همرفتی در داخل زمین دارند ولی می دانیم که اگر گرمای جسمی از حدود ۵۰۰ درجه بگذرد، خاصیت مغناطیسی آن نیز از بین می رود و از طرفی هم می دانیم که در عمق ۳۰ کیلومتری زمین به چنین دمایی می رسیم. عقربه قطب‌نما تحت تأثیر نیروی مغناطیسی زمین در جهت مشخصی قرار می‌گیرد. سطح قائم تشکیل شده در امتداد عقربه قطب‌نما نصف النهار مغناطیسی نام دارد که با نصف النهار جغرافیایی محلّ در یک جهت نیست. این نصف النهار با شمال واقعی زاویه‌ای، شرقی یا غربی، می سازد که به آن زاویهٔ انحراف[47] یا انحراف مغناطیسی می‌گویند. همچنین زاویه‌ای که خطوط نیروی مغناطیسی با سطح افق می سازد، زاویه میل مغناطیسی[48] نام دارد. زاویه انحراف و میل هر دو دارای تغییراتی می باشند. مغناطیس زمین دارای تغییرات روزانه، محلّی و ادواری است. تغییرات روزانه آن خیلی ضعیف بوده و نوسانات زوایای آن حداکثر بیش از ٤ دقیقه است. تغییرات ادواری مغناطیس زمین مهم است. علّت آن را تغییرات کَلَف های خورشیدی که دارای دوره تناوبی ۱۱ ساله است و با دوره تغییرات مغناطیس زمین انطباق دارد می دانند (جدول شماره۳)

از آن جا که میدان مغناطیسی زمین مرتب تغییر می‌کند، لذا قطبین مغناطیسی زمین جابجا می شوند، آزمایشاتی که در فرانسه انجام شده، نشان می دهد که تغییرات قطبین مغناطیسی زمین در سالهای ۱۹۰۱، ۱۹۱۱ و ۱۹۲۱ میلادی به ترتیب ۵° ۳′/۵ و ۸° ۷′/۸ و ۲° ۱۱′/۲ بوده است.

47 - Magnetic Declination 48 - Magnetic Inclination

جدول شمارهٔ ۳: اندازه انحراف مغناطیسی در سالهای مختلف

سال	مقدار انحراف مغناطیسی	سال	مقدار انحراف مغناطیسی
۱۵٤۱م	۳۰ و۷° E	۱۸۱۵م	۳۰ و۱۲° W
۱۵۸۰م	۳۰ و۱۱° E	۱۹۷۳م	۹° W
۱٦٦٦م	۰° (شمال واقعی)	۱۹۸۸م	۰°

واژگونی میدان مغناطیسی زمین: مطالعاتی که در مورد پارینه مغناطیسی، در سنگهای دوران سنوزوئیک، انجام شده نشان می دهد که میدان مغناطیسی زمین یک میدان دوقطبی و در امتداد محور جغرافیایی فعلی زمین می باشد، درعین حال دربخشهایی، جهت میدان مغناطیسی سنگها معکوس می شود، یعنی مغناطیس باقیمانده در تعدادی از نمونه ها درست برعکس میدان مغناطیسی فعلی زمین است، این موضوع را معکوس شدگی[49] خود بخودی می‌گویند. در دههٔ ۱۹٦۰ معلوم شد که می توان معکوس شدگی مغناطیسی سنگها را با واژگونی قطبین مغناطیسی در فواصل زمانی نامنظم توضیح داد. به عبارت دیگر میدان مغناطیسی زمین به طور متوالی به صورت عادی[50] و معکوس[51] تغییر می‌کند. جهت عادی زمانی است که انتهای شمالیات[52] عقربه قطب‌نما به سمت شمال مغناطیسی فعلی زمین باشد و جهت معکوس وقتی است که انتهای شمالیات عقربه، سمت جنوب را نشان دهد. کیفیّت معکوس شدن میدان مغناطیسی زمین هنوز دقیقاً روشن نیست، این میدان ضعیف شده و سپس در جهت مخالف رشد می‌کند و یا این که میدان دو قطبی بر اثر دوران، به سادگی تغییر جهت می دهد. تا به حال روشن شده است که در هنگام معکوس شدن میدان مغناطیسی شدّت آن به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می یابد. هنوز معلوم نیست که این واژگونی در چه زمانی اتفاق افتاده است ولی مطالعات پرتوسنجی جدید، شواهدی از معکوس شدن میدان مغناطیسی، حداقل در سه میلیارد سال گذشته را نشان می دهد. عدّه‌ای معتقدند که تغییرات میدان مغناطیسی بر روی حیات موجودات زنده تأثیر می‌گذارد. آنان

49 - Self Reversal 50 - Normal. 51 - Reversed. 52 - North Seeking

رابطه ای بین نابودی بعضی از گونه های جانوری و واژگونی میدان مغناطیسی زمین یافته اند به این صورت که با کاهش شدّت میدان مغناطیسی، اثر حفاظتی کمربند «وان‌آلن» [۵۳] کم شده و زمین بیشتر در معرض تشعشعات کیهانی قرار می‌گیرد، البته باید متذکر شد که تشعشعات کیهانی عمدةً توسط اتمسفر جذب شوند. همچنین ممکن است ساختمان درونی بعضی از جانوران میکروسکوپی به نوعی به میدان مغناطیسی زمین وابسته باشد. (عکس شماره ۱)

سنّ زمین: در سال ۱۶۴۵ م. جیمز آشر اسقف اعظم کلیسای شهر آرما اعلام کرد که «زمین در ساعت ۹ بامداد روز یکشنبه ۲۳ اکتبر سال ۴۰۰۴ ق م به وجود آمده است.» از آن زمان تا کنون ۳۳۶ سال می‌گذرد، امروزه به کمک علوم جدید و پیشرفت تکنولوژی دانش ما در مورد سن زمین کامل شده است، اعتقاد عمومی بر این است که بیش از ۴/۵ بیلیون سال از عمر زمین می‌گذرد. برای تعیین سن زمین عمدةً از روشهای زیر استفاده شده است [۵۴].

الف- روشهای غیر رادیواکتیو:

۱ - در سال ۱۷۱۵/ م، «ای، هالی» [۵۵] ادعا کرد با استفاده از میزان ذخیره نمک موجود در اقیانوسها می توان سن زمین را مشخص کرد.

۲ - در سال ۱۸۹۷ م، لرد کلوین اعلام کرد که کره زمین ۲۰ تا ۴۰ میلیون سال وقت لازم داشته است تا به صورت فعلی سرد و منجمد شود، اما چون کلوین میزان از دست رفتن انرژی را، از آن زمان تا کنون، ثابت در نظر گرفته بود، لذا نتوانست به سن واقعی زمین برسد.

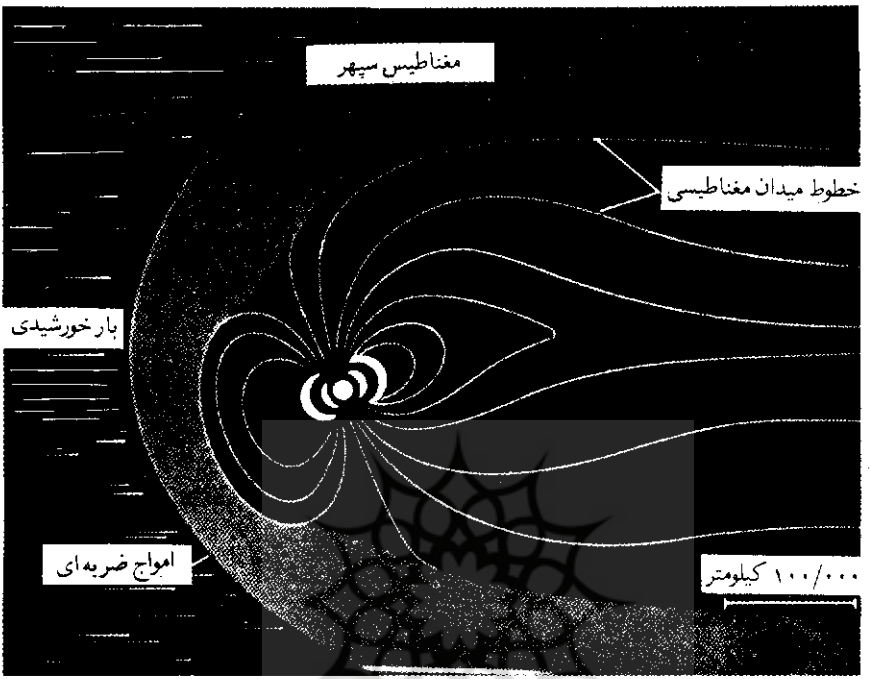
۳ - سنجش شوری اقیانوسها: در سال ۱۸۹۹، جان جولی [۵۶] ، سن کره زمین را با توجه به میزان نمک موجود در اقیانوسها حدود ۸۰ تا ۹۰ میلیون سال تخمین زد، اما از آن‌جا که او هم میزان ورود املاح به اقیانوسها را ثابت فرض می‌کرد، لذا نتوانست سن واقعی زمین را

---

۵۳ - کمربند «وان آلن» (Van-Allen - Belt) ؛منطقه ای‌از ذرات باردار (پروتون و الکترونها) در اطراف کره‌زمین است که شامل دو کمربند، داخلی به فاصله ۲۶۰۰ کیلومتر و کمربند خارجی در فاصله ۱۸۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد و در اثر به دام افتادن تشعشعات ذرات باردار خورشیدی و کیهانی به وسیله میدان مغناطیسی زمین ایجاد شده است. پدیده شفق قطبی ناشی از الکترونها و پروتونهای خورشیدی است که در کمربند «وان‌آلن» گرفتار شده‌اند.

۵۴ - بلر، ب- پومرول، ش، مبانی زمین شناسی، ترجمهٔ درویش زاده، علی [و دیگران]، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۴

55 - E. Halley 56 - J: joly



عکس شماره ۱: میدان مغناطیس زمین

مشخص کند.

۴ ـ **انباشتگی** سنگهای رسوبی و سرعت تجزیه سنگهای آذرین: این روش نیز قابل اطمینان نیست.

۵ ـ روش بررسی ضریب ثابت انرژی خورشیدی.

۶ ـ روش مربوط به افزایش مدّت حرکت وضعی زمین بخاطر تأثیر جزر و مد.

۷ ـ بررسی تغییرات مربوط به خروج از مرکز حرکت انتقالی عطارد.

تمام روشهای فوق و سایر کوششهای مشابه با موفقیّت علمی همراه نبود تا زمانی که خاصیت رادیواکتیو کشف شد و امکان دستیابی به فرآیندی با سرعت ثابت برای تعیین سن زمین، فراهم شد.

ب- روشهای رادیواکتیویته: واکنشهای هسته‌ای همواره با سرعتی ثابت صورت می‌گیرند و عواملی از قبیل فشار، دما و واکنشهای شیمیایی در این مورد تأثیری ندارند. به عبارت دیگر

هستهٔ همهٔ مواد رادیواکتیو در یک زمان از بین نمی رود و علی رغم آن که هسته اتمهای یک عنصر رادیواکتیو همیشه دچار تغییر است، لیکن تعیین زمان دقیق برای از بین رفتن هر هسته امکان‌پذیر نمی باشد، اما می توان سرعت متوسط تخریب در هر عنصر را به دست آورد و با استفاده از این سرعت متوسط، مدت زمانی که طول می‌کشد تا ۵۰٪ از اتمهای آن عنصر تخریب شود را محاسبه کرد که این مدت را نیمه عمر[۵۷] گویند. به عبارت دیگر در هر نیمه عمر، ۵۰٪ از عنصر رادیو اکتیو به یک عنصر جدید تبدیل می شود و باقیمانده نیز به نصف تقلیل می یابد. این عمل آن‌قدر ادامه می یابد تا عنصر جدید و غیر رادیواکتیوی حاصل شود. بدین ترتیب با مقایسهٔ مقدار عنصر رادیواکتیو پایدار و مقدار باقیمانده در سنگ می توان به سن مطلق آن دست یافت. روشهای رادیو اکتیو متعدد می باشند که در جدول شمارهٔ (٤) به پاره‌ای از آنها اشاره شده است.

جوّ زمین: جوّ زمین که تا ارتفاع نامعیّنی گسترش دارد متشکل از گازهای مختلفی است که چگالی آنها به طرف بالا بسرعت کم می شود. نیمی از اتمسفر تا ارتفاع ۵/۵ کیلومتری قرار دارد، به طور کلی ۳/٤ کل اتمسفر در ارتفاع ۱۰ کیلومتری از زمین قرار دارد. گازهای تشکیل دهندهٔ اتمسفر به علّت نیروی گرانش دارای وزن و فشار بوده و لایه های بالایی بر لایه های پایینی فشار آورده و غلظت آنها را افزایش می دهند، لذا میزان فشار در لایه های پایینی بیش از لایه های فوقانی است. جرم اتمسفر $۵/۶ \times ۱۰^{۱۴}$ تن و فشار متوسط جوّ زمین در سطح دریا $۱۰^{۵}$ نیوتن بر متر مربع و یا ۱۰۱۳/۲ میلی بار[۵۸] است. جوّ زمین در قسمتهای فوقانی دارای لایه های مشخّصی نیست. شهابسنگ ها وجود هوا را تا ارتفاع ۱۶۰ کیلومتری

---

57 - Half Life

۵۸ ـ میلی بار (mbar) هر میلی بار برابر با ۱۰۰۰ دین (واحد نیرو در سیستم C. G. S) بوده و هر یک بار مساوی ۱۰۱۱/۲ میلی بار و یا $۱۰^{۵}$ نیوتن برمترمربع و یا برابر ۷۶۰ میلیمتر است. ساده‌ترین تعریف فشار عبارتست از «نیروی وارده بر واحد سطح»، یعنی وزن ستونی از هوا به سطح یک سانتیمتر مربع و ارتفاعی مساوی با ارتفاع جو: $P=\frac{F}{S}$ که در این فرمول: P =فشار F = نیرو. S = سطح مقطع.

نیروی وارد بر سطح نتیجه عکس العمل بین نیروی گرانش و جرم توده هوا است. اگر تعادل برقرار باشد، جوّ دارای حرکت صعودی یا نزولی نبوده بلکه دارای تعادل هیدرو استاتیکی است. لذا فشار متوسط جو در سطح دریا عبارتست از: فشار متوسط جو در سطح دریا= یک بار=$۱۰^{۵}$ نیوتن بر مترمربع و یک بار=۱۰۱۳/۲ میلیبار=۷۵۰ سانتیمتر

۹/۸۱ =نیروی جاذبه زمین، متر به مجذور ثانیه ، یک بار=۹/۸۱× ($۱/۰۲ \times ۱۰^{۴}$)= $۱۰^{۵}$ نیوتن، $۱/۰۲ \times ۱۰^{۴}$= جرم واقع در روی یک متر مربع در سطح دریا ـ کیلوگرم

جدول شمارهٔ ٤: برخی از روشهای رادیو اکتیو برای تعیین سن

ایزوتوپ رادیو اکتیو	ایزوتوپ پایدار (ماده حاصله)	نیمه عمر	حداکثر زمان
$^{238}_{92}U$	$^{206}_{82}Pb$	٤/٥ میلیارد سال	١٠٠ میلیون سال تا
$^{235}_{92}U$	$^{207}_{82}Pb$	٠/٧١ سال	٤/٥ میلیارد سال
$^{87}_{37}Rb$	$^{87}_{38}Sr$	٤/٧ میلیارد سال	١٠٠ میلیون تا ٤/٥ میلیارد سال
$^{40}_{19}K$	$^{40}_{18}Ar$	١/٣ میلیارد سال	١٠٠ هزار تا
	$^{40}_{29}Ca$		١٠٠ میلیون سال
$^{14}_{6}C$	$^{14}_{7}N$	٥٧٠٠ سال	٦٠ هزار سال

نشان می دهند. شفقهای قطبی نیز وجود هوا را حداقل تا ارتفاع ٧٠٠ کیلومتری از سطح دریا ثابت می‌کنند. اشعهٔ خورشید عامل بسیار مهمی در ساختار جو است. تا کنون روشهای مختلفی برای تعیین لایه‌های جوّ تجربه شده است و تحقیقات علمی برای شناخت جزییات فوقانی آتمسفر نیز ادامه دارد. از یک دیدگاه، جوّ زمین را از نظر پراکندگی و تغییرات دما، می توان به لایه- طبقه- بخش زیر تقسیم کرد[٥٩]:

١ - ترو پوسفر[٦٠]: پایینترین لایه جوّ می باشد که ضخامت آن بین ٨ تا ١٩ کیلومتر از استوا تا قطب متغیر است. تغییرات فصلی این لایه عمدةً به علت تفاوتهایی است که در

٥٩ - جعفر پور، ابراهیم، اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ١٣٦٧.

60 - Tropospher.

ساختار حرارتی آن به وجود می آید. تقریباً تمامی پدیده‌هایی که در تکوین اقلیم مناطق مختلف مؤثرند، در این لایه یافت می شوند. از ویژگیهای مهم آن کاهش دما به میزان ۶° سانتیگراد در هر ۱۰۰۰ متر است گرما و سرمای متناوب زمین نیز در این لایه تأثیر می‌گذارد، لذا در ۳ یا ٤ کیلومتر اولیه دارای حرکات بسیار پیچیده[۶۰] افقی و قائم می باشد. همین ارتفاع محلّ تشکیل ابرهای نوع کومولوس و استراتوس است.

۲ ـ تروپوپوز[۶۱] : این لایه در نواحی گرم مشخصتر از مناطق قطبی است ارتفاع آن در استوا ۱۶ و در قطب ۸ کیلومتر از سطح دریا است. مرز فوقانی آن بر حسب فصول سال تغییر می‌کند. این لایه در واقع مرز بین هوای فعال و مرطوب تروپوسفر و هوای خشک و غیر فعال استراتوسفر است. توزیع جغرافیایی درجه حرارت در سطح تروپوپوز دقیقاً عکس پراکندگی آن در سطح زمین است.

۳ ـ استراتوسفر[۶۲] : این لایه از جوّ تا حدود ۶۰ کیلومتری از زمین امتداد دارد و دارای هوای روشن، خشک و بدون ابر است. جابجایی هوا در استراتوسفر خیلی سریع بوده لایه‌های هوا عمدةً در روی هم حرکت می‌کنند. استراتوسفر در واقع دومین لایه مهمّ اتمسفر است. استراتوسفر را به لایه‌های فرعی پایینی، میانی و فوقانی تقسیم می‌کنند. ابرهای سیروس در این لایه تشکیل می شوند. از ویژگیهای مهم این لایه، وجود فراوان گاز ازن (O_3) است که ضخامتی حدود ۱۶ تا ۳۰ کیلومتر را در بر می‌گیرد. استراتوسفر به علّت جذب اشعه ماوراءِ بنفش خورشید که تابش شدید آن باعث نابودی بافتهای جانوری و گیاهی می شود از اهمیت زیادی برخوردار است، مرز انتقالی بین استراتوسفر و مزوسفر را استراتوپوز[۶۳] گویند.

٤ ـ مزوسفر[۶۴] : این لایه تا ۸۵ کیلومتری سطح زمین امتداد دارد و دما در آن به سرعت کاهش می یابد به طوری که در ارتفاع ۸۰ کیلومتری، به ۹۰- oc می رسد. فشار هوا در مزوسفر بسیار کم و میزان آن در ارتفاع ۵۰ کیلومتری ۱ میلی بار است. در ارتفاع بالا تر از ۸۰ کیلومتر با افزایش ارتفاع درجه حرارت نیز افزایش می یابد. منطقه انتقالی بین مزوسفر و ترموسفر را مزوپوز[۶۵] گویند.

۵ ـ ترموسفر[۶۶] : این لایه فاقد یک مرز فوقانی مشخّص است و دمای آن حدود

61- Tropopouse. 62 - Stratospher. 63 - Stratopouse
64- Mososphere 65 - Mezopause 66- Thermosphere

ok ۱۵۰۰ می باشد. جلوه سرخی شفق یکی ازپدیده‌های مربوط به ترموسفر پایینی است. غلظت اتمسفری در این لایه کم و این لایه عمدةً از ازت و اکسیژن به صورت مولکولی (o2) و اتمی (o) تشکیل شده است. دمای زیاد این لایه به علّت جذب تشعشع ماوراءِ بنفش توسط اکسیژن موجود در آن است. به دلیل رقیق بودن فوق العاده هوا در این لایه ماهواره‌ها قادر به ثبت دمای زیاد نمی باشند.

٦ ـ یونسفر[٦٧] : ازارتفاع ٦٥ کیلومتری به بالا، تا حدود ۱۰۰۰ کیلومتری، منطقه تمرکز یونها و الکترونهای آزاد است که سبب انعکاس امواج رادیویی می شوند. سپیده‌های قطبی به واسطهٔ ذرات یونیزه موجود در آتمسفر، از ۳۰ تا ۸۰ کیلومتری قابل رؤیت می باشند. این لایه از نظر ترکیب شیمیایی و فیزیکی ۳٪ اتمسفر را تشکیل می دهد و فاقد گازهای سنگین است. در این لایه ذرات هوا به صورت یونی درآمده و اشعه ماوراء بنفش اتمهای O و H را بمباران کرده و باعث خروج الکترونها می شود. یونهای آزاد در ارتفاعات به صورت لایه‌های D ، E و F مشخص می شوند. لایه یونسفر امواج رادیویی را مانند آینه‌ای منعکس می‌کند، لایه D در شب از بین رفته، لایه E نیز ضعیف می شود، چون لایه D به جای انعکاس امواج رادیویی، آنها را جذب می‌کند، لذا امواج رادیویی را شبها بهتر می توان دریافت کرد. انفجارات سطح خورشید باعث بروز اختلالات در امواج رادیویی می شوند.

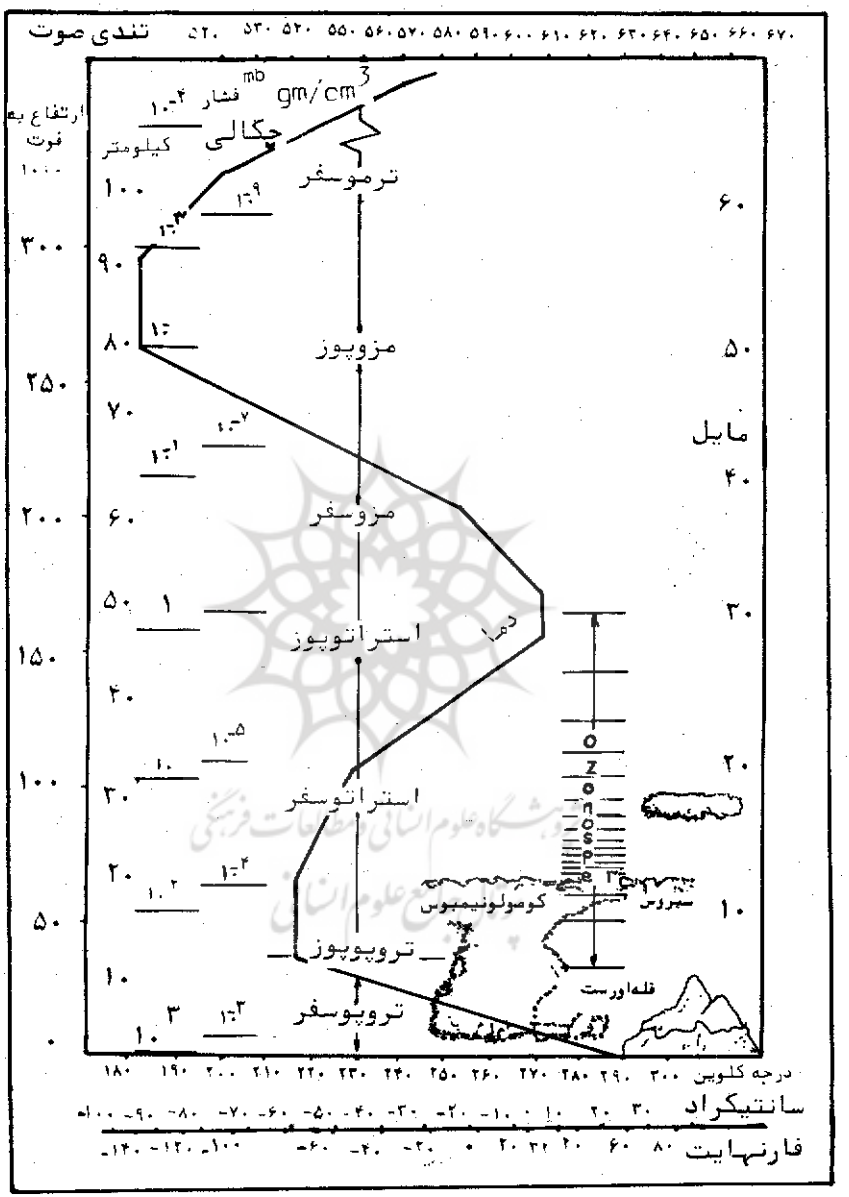
۷ ـ اگزوسفر[٦٨] **و مانیتسفر**[٦٩] **:** در ارتفاع بیش از ۳۰۰ کیلومتری از سطح زمین و در ورای یونسفر، لایه‌ای قرار دارد که نیروی گرانش زمین چندان اثری در آن ندارد. در این لایهٔ اتمهای O ، H ، و SHe ، اتمسفری با رقّت زیادی تشکیل می دهند. هلیوم خنثی و هیدروژن که دارای وزنهای اتمی پایینی هستند، بسهولت درآستانهٔ سرعتهای لازم برای فرار از جو، می رسند. این لایه در واقع حافظ اشعه‌های کیهانی است[٧٠] .

اثرات جو زمین: مطالعه و تحقیق دربارهٔ جوّ و دانش نجوم از چند نظر حائز اهمیّت بوده و جوّ زمین به صورتهای زیر در میزان اشعهٔ ورودی خورشید تأثیر دارد:

الف ـ انکسار (شکست نور): این پدیده باعث می شود که ستارگان و خورشید را بتوان اندکی قبل و یا بعد از طلوع و غروبشان در آسمان دید. لایه‌های جوّ با نزدیکتر شدن به زمین چگالتر شده و شعاعهای نورانی با نفوذ در لایه‌ها، بیشتر تغییر جهت می دهند، به عبارت

67- Ionosphere 68- Exosphere 69- Magnetosphere

۷۰- قائمی، هوشنگ، مبانی هواشناسی، از انتشارات دانشگاه ملّی سابق (شهید بهشتی)، تهران، ۱۳۵۷.



شکل شماره ۱۴: ساختار فیزیکی جوتا ارتفاع ۱۰۰ کیلومتری

دیگر نور هنگام عبور مایل از مرز دو محیط تغییر می‌کند یعنی هنگامی که از محیطی با

غلظت کم به محیطی با غلظت زیاد وارد می شود، جهت تابش آن در محیط غلیظتر تغییر می‌کند، مانند نور ستاره‌ای که از فضا به هوای متراکم می رسد. به علّت انکسار نور شعاع نورانی تمام اجرام سماوی، جز آنهایی که در سمت الرأس قرار دارند، با زاویه‌ای قائمه در جوّ نفوذ می‌کند، لذا در آسمان کمی بالا تر از موقعیّت حقیقیشان به نظر می رسند، بنابراین ارتفاع مشاهده شده اجرام سماوی را باید تصحیح کرد که مقدار آن از صفر دقیقه (درسمت الرأس) تا تقریباً ۳ دقیقه (نیم درجه) برای ستاره های واقع در افق، تغییر می‌کند. از آن‌جا که شعاعهای نوری صادر شده از اجسام نزدیک افق بیشتر است لذا اثر انکسار نور نیز زیادتر خواهد بود. پهن شدگی خورشید و ماه و تماس با افق به علّت انکسار نور است، زیرا نور در لبهٔ پایینی خورشید بیشتر از لبهٔ بالایی آن انکسار یافته و چون لبهٔ پایینی به افق نزدیکتر است به نظر می رسد که قرص خورشید یا ماه پهن شده است.

ب- پراکندگی: این پدیده معلول پخش نور از مولکولهای هوا است. ذرات گرد و غبار و مولکولها به صورت آیینه‌ای کوچک عمل کرده و نور تابیده را پراکنده می‌کند. علّت رنگ آبی آسمان و رنگ سرخ و نارنجی غروب آن است که مولکولهای هوا نور بنفش با طول موج کوتاه را به مراتب سهلتر از نور قرمز با طول موج بلند، پراکنده و پخش می‌کنند. به عبارت دیگر مولکولهای فوقانی جوّ، برای پخش رنگ آبی قدرت بیشتری دارند، لذا این رنگ در همهٔ جهات پراکنده می شود در حالی‌که ظهور رنگ سرخ و یا نارنجی غروب به علّت آن است که پرتو خورشید در هنگام غروب، قسمت عمده‌ای از نور آبی را از دست داده و رنگ سرخ باقی می ماند. نور ستارگان نزدیک افق نسبت به نور ستارگان نزدیک سمت الرأس باید از میان هوای بیشتری بگذرند لذا بخش اعظم آنها جذب می شود و نمی توان همان ستارگانی که در سمت الرأس دیده می شوند را در افق نیز مشاهده کرد. به طورکلّی رنگ اجسام با موضع آنها در آسمان مشخص می شود. جوّ رنگهای مختلف را به طور مساوی پخش نمی‌کند، رنگ آبی انتهای طیف بیشتر از رنگ قرمز پراکنده می شود و نزدیک افق، نور آبی بیشتری پراکنده می شود و ستارگان قرمزتر از آنچه هستند به نظر می رسند یعنی همچنان که تعداد ستارگان در افق نسبت به سمت الرأس کاهش می یابد، رنگ آنها نیز قرمزتر به نظر می رسد.

ج- بین الطلوعین [۷۱] : تنها یک پدیده وجود دارد که قسمتی از شبانه روز که ارتباط به

71- Twilight

روشنایی روز دارد، طولانی تر کرده و در مشاهدات نجومی نقش مهمی دارد. بعد از قرار گرفتن خورشید در زیر افق، پرتوهای آن به جوّ فوقانی برخورد کرده و بعد از پخش نور، آسمان روشن می شود. هرچه خورشید بیشتر به زیر افق برود، از شدت این نور کاسته می شود، این پدیده را بین الطلوعین می‌گویند که به بین الطلوعین عرفی، دریایی و نجومی تقسیم می شود[۷۲] . بین الطلوعین عرفی هنگامی است که خورشید غروب کرده و مرکز خورشید ٦° زیر افق قرار می‌گیرد و بین الطلوعین دریایی و نجومی هنگامی پایان می پذیرد که مرکز خورشید ۱۲° تا ۱۸° زیر افق قرار می‌گیرد و این آغاز شب است. همین تعاریف برای بین الطلوعین صبحگاهی صادق است. پدیده بین الطلوعین در ستاره‌شناسی یک پدیده مزاحم است. زیرا مانع مشاهده اجرام سماوی کم‌نور می شود. در بعضی از عرضهای جغرافیایی پدیدهٔ بین الطلوعین در تمام طول شب ادامه دارد به طوری که فلق صبحگاهی با شفق شامگاهی یکی می شود زیرا در تمام ساعات شب، مرکز خورشید با زاویه‌ای کمتر از ۱۸° در زیر افق قرار دارد. در فارسی روشنایی پیش از طلوع خورشید را فلق (فجر) و به روشنایی بعد ازغروب خورشید، شفق گویند. طول مدّت زمان بین الطلوعین به میل خورشید و عرض جغرافیایی ناظر بستگی دارد و از طریق فرمولهای زیر قابل محاسبه است:

$$\cos H_1 = \tan \varphi \tan \delta$$

که در این فرمول: H_1 = زاویه ساعتی خورشید (قوسی که خورشید از روی نصف النهار نیمه شب محلّ عبور کرده است) هنگامی که مرکز آن روی افق است. φ = عرض جغرافیایی δ = میل خورشید است.

و در این فرمول:

$$\cos H_2 = \frac{\cos 108 \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta}$$

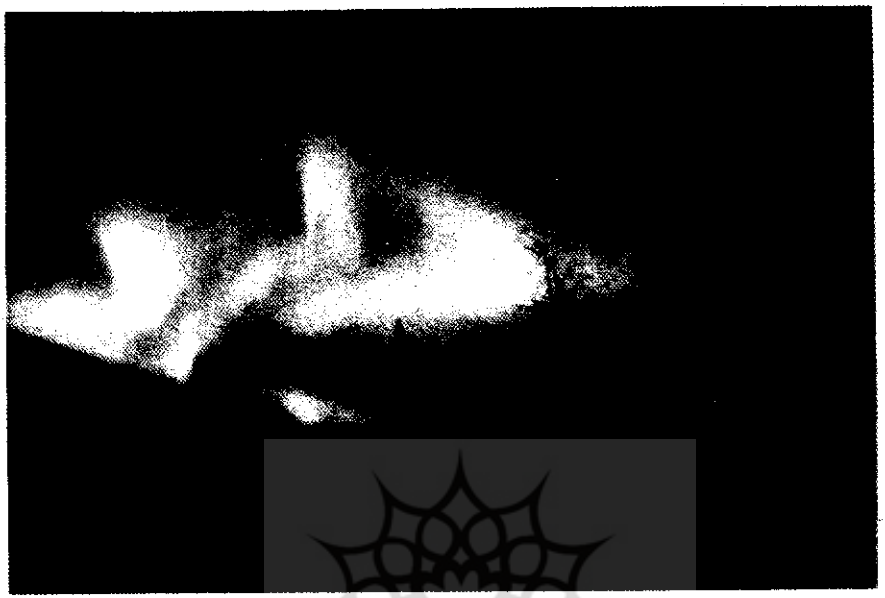
H_2 = زاویه ساعتی خورشید زمانی که مرکز آن ۱۸° زیر افق می باشد. φ = عرض جغرافیایی δ = میل خورشید. زاویه ۱۰۸° = فاصله سمت الرأسی خورشید (فاصله خورشید تا سمت الرأس بر روی نیم دایره عمودی. بنابراین مدّت زمانی بین الطلوعین نجومی از رابطهٔ ($H_2 - H_1$) به دست می آید.

د- شفقهای قطبی[۷۳] : در نیمکره شمالی، نواری نورانی در امتداد قطب مغناطیسی زمین

---

۷۲ - آرکی، اِی- اُی و کلاک، دیوید، ستاره‌شناسی اصول و عمل، ترجمهٔ سیدی نوقابی، احمد- معاونت فرهنگی آستان قدس، ۱۳٦٦

73 - Aurora



عکس شماره ۲ : شفق قطبی

مشاهده می شود که حدود ۲۳° و یا ۲۲٤۰ کیلومتر قطر دارد. این پدیده در نواحی آلاسکا، گروئنلند، شمال اسکاندیناویا و شمال سیبری و عمدةً در عرضهای ٦٦° تا ۸٥° قابل رؤیت است. علّت وجود این پدیده آن است که ذرات باردار خورشید، مولکولهای موجود در بالای جوّ را بمباران کرده و تحت تأثیر میزان مغناطیسی زمین قرار می‌گیرند و در اثر برخورد این ذرات، مولکولها و اتمها، نوری را پخش می‌کنند که به صورت شفق دیده می شود. آن دسته از ذرات که انرژی کمتری دارند در ارتفاع ۲٤۰ کیلومتری تحریک شده و انرژی را به صورت نور قرمز منتشر می‌کنند و بعضی از ذرات تا ارتفاع ۹٦ کیلومتری جوّ نفوذ می‌کنند. در ارتفاع کمتر از ۲۰۰ کیلومتری انرژی که به علّت انتشار تشعشع اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن به صورت نور سبز رؤیت می شود. همچنین باید به ابرهای شبتاب اشاره کرد که در صورت فقدان سقفهای قطبی بر اثر تحریک مولکولهای هوا به وسیله انرژی خورشیدی ایجاد شده و در طول روز و شب در آسمان گسترده می شوند. درخشندگی آنها عمدةً بین ارتفاع ۹٦ تا ۱۹۲ کیلومتری است، (عکس شماره ۲)