

نقشه و تعیین موقعیت بر روی آن

(Map and Positioning)

- هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل فراگیر باید بتواند:
- ۱- با اطلاعات نقشه آشنا شود و مشخصات آن را توضیح دهد.
 - ۲- اسم و عنوان نقشه را تعریف کند.
 - ۳- مقیاس نقشه را شرح دهد.
 - ۴- سیستم تصویر و شبکه‌ی نقشه را توضیح دهد.
 - ۵- با ارتفاعات در نقشه و نمایش آن‌ها آشنا شود.
 - ۶- راهنمای اتصال نقشه را توضیح دهد.
 - ۷- با مختصات جغرافیایی آشنا شود.
 - ۸- مختصات جغرافیایی یک نقطه‌ی معلوم داده شده را بر روی نقشه پیدا کند.
 - ۹- با شبکه‌ی قائم‌الزاویه در سیستم UTM آشنا شود.
 - ۱۰- موقعیت یک نقطه‌ی معلوم در شبکه‌ی قائم‌الزاویه UTM را بر روی نقشه به دست آورد.

مقدمه

اگر به اطرافتان نگاه کنید، انواع مختلفی از نقشه را خواهید دید. نقشه‌ها تقریباً همه چیز را نشان می‌دهند. از تعداد خانه‌ها در یک شهر گرفته تا شهرها در یک کشور و یا محل عملیات جنگی، تعداد انسان‌های مستقر در یک محل و یا وضعیت آب و هوا، به دلیل تغییرات سریع روی زمین مرتباً نقشه‌های جدید با اطلاعات روز ترسیم می‌شوند. بیشتر نقشه‌هایی که ما استفاده می‌کنیم از خشکی‌ها و دریا‌های کره‌ی زمین می‌باشند. نقشه می‌تواند به ما در پیدا کردن یک محل کمک کند. در این فصل

با انواع نقشه و مشخصات حاشیه‌ای آن آشنا می‌شویم و سپس نحوه‌ی انجام تعیین موقعیت بر روی نقشه را فرامی‌گیریم.

۱-۵- اطلاعات نقشه

نقشه‌ای که به صورت نهایی عرضه می‌گردد از دو قسمت تشکیل یافته است :

۱- اطلاعات مصور که در واقع، محتوای اصلی نقشه است.

۲- اطلاعاتی که برای راهنمایی استفاده‌کننده، در حاشیه‌ی نقشه قرار داده می‌شود.

حاشیه‌ی نقشه عموماً اطلاعات مهمی را دربر دارد که از روی آن می‌توان به کیفیت و دقت نقشه پی برد. هدف از گنجاندن اطلاعات در حاشیه‌ی نقشه، دو چیز است: اول این که به وسیله‌ی آن می‌توان به محل و موضوع نقشه، علائم و... پی برد و دیگر این که وجود چنین اطلاعاتی مبین نظم و ترتیب و سازمان دادن گرافیکی یک نقشه است. با اضافه کردن اطلاعات حاشیه، نقشه گویاتر و کامل‌تر می‌شود. شکل ظاهری و نحوه‌ی پراکندگی اطلاعات حاشیه، بر روی سیمای ظاهری و کلی نقشه اثر می‌گذارد. اگرچه طراحی علائم موجود در نقشه از جمله مباحثی است که احتیاج به دقت زیادی دارد، نمایش اطلاعاتی که جنبه کمکی و راهنمایی دارد و در داخل قطع نقشه و یا به عبارت دیگر در اطراف زمینه‌ی اصلی نقشه گنجانده می‌شود، قابل تعمق و بررسی است و در حقیقت، قسمتی از طراحی کلی نقشه را تشکیل می‌دهد. مشکلات طراحی حاشیه‌ی نقشه برای نقشه‌های تک‌برگی و پوششی در مقایسه با نقشه‌ی موجود در کتاب یا اطلس‌ها به مراتب مشکل‌تر است. معمولاً، در کلیه‌ی نقشه‌ها زمینه‌ی اصلی نقشه در داخل کادری قرار می‌گیرد که این خطوط اطلاعات اصلی نقشه را از اطلاعات حواشی جدا می‌نماید. موارد استثنایی هم وجود دارد؛ مثلاً، در بعضی مواقع، اطلاعات جغرافیایی نقشه خطوط کادر را قطع می‌نمایند. در نقشه‌های توپوگرافی، چارت‌ها و حتی نقشه‌های موضوعی، خود کادر نقشه، حاوی نکاتی است که مربوط به اطلاعات اصلی نقشه می‌گردد. قاعدتاً نقشه‌ها در داخل دو کادر قرار می‌گیرند؛ یکی کادر اصلی یا داخل نقشه که بسیار ظریف است و درجات شبکه در روی آن تقسیم‌بندی می‌شود و خطوط معرف شبکه‌ی جغرافیایی به فاصله‌ی ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر از آن ترسیم می‌گردد، دیگری کادر جانبی که ضخیم است و کلیه‌ی اطلاعات مربوط به حاشیه‌ی نقشه در داخل آن قرار می‌گیرد (شکل ۱-۵). فضایی که بین این دو خط وجود دارد به ارقام مربوط به شبکه‌ها و اطلاعات اضافی که به شناسایی جزئیات موجود در نقشه کمک می‌نماید، اختصاص دارد. این اطلاعات، ممکن است شامل مواردی نظیر جهت راه‌ها و انواع آن، اسامی‌ای

که بتوان در داخل نقشه گنجانند و در نقشه‌های کوچک مقیاس کدهای اختصاصی برای تعیین موقعیت مکان‌ها باشد. موقعیت و رابطه‌ی این اطلاعات باید طوری طراحی شود که نشان‌دهنده‌ی قسمتی از اطلاعات اصلی نقشه باشد و روی آن تأکید اضافی صورت نگیرد. در بعضی از نقشه‌های یک‌برگی ممکن است اطلاعات اصلی نقشه کاملاً کادر اصلی را قطع ننماید، در این صورت، می‌توان اطلاعات حاشیه‌ی نقشه را در داخل همان کادر جای داد. در نقشه‌های پوششی و سایر نقشه‌ها موقعی که اطلاعات اصلی، کلیه‌ی قسمت‌های کادر را اشغال می‌نماید، باید اطلاعات حاشیه‌ی نقشه در خارج آن قرار گیرد، به طوری که قطع کل نقشه، یعنی زمینه‌ی اصلی و حاشیه به اندازه‌ای باشد که اجازه‌ی چاپ آن را بدهند.



شکل ۵-۱

تعداد و کیفیت اطلاعات حاشیه بستگی به نوع نقشه دارد و هر قدر عوارض و اطلاعات در نقشه زیادتر باشد، به همان اندازه ممکن است توضیحات حواشی بیشتر گردد. موقعیت و مکان اطلاعات حاشیه بستگی به قطع و فضای اضافی نقشه دارد. به منظور فهم بهتر مطالب موجود در نقشه، به خصوص نقشه‌هایی که به وسیله‌ی کشورهای مختلف تهیه می‌شود، توافق‌های بین‌المللی در مورد محتوای اطلاعات حاشیه‌ای انجام گرفته است. اطلاعاتی که می‌تواند در حاشیه‌ی نقشه گنجانده شود به صورت کتابچه‌هایی طبقه‌بندی شده است که بنا به فضای موجود در حاشیه، هدف و مقیاس نقشه، درج می‌گردد. با این حال، تعیین فرم و الگوی خاصی برای اطلاعات حاشیه‌ی نقشه هنوز هم جنبه‌ی اختیاری دارد و کار توگراف طبق میل و سلیقه‌ی خود و با در نظر گرفتن اصول کلی، اطلاعات حاشیه را طراحی می‌نماید.

شکل ۲-۵ امکان قرار دادن اطلاعات حاشیه را در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵- امکان قرار گرفتن اطلاعات در حاشیه‌ی نقشه

۲-۵- تعداد اطلاعات حاشیه‌ی نقشه

تعداد اطلاعاتی که باید در حاشیه‌ی یک نقشه جای داد تا باعث گویا شدن آن گردد، بستگی به نوع نقشه دارد. به‌طور کلی، موارد زیر از جمله اطلاعاتی است که در بیش‌تر نقشه‌های توپوگرافی یافت می‌شود:

۱- اسم و عنوان نقشه

۲- شماره‌ی سری

۳- شماره‌ی برگه

۴- تجدید چاپ

۵- مقیاس

۶- علایم

۷- ارتفاعات

۸- سیستم تصویر و شبکه

۹- شمال‌ها

۱۰- راهنمای اتصال نقشه

۱۱- توضیحات مربوط به مرزها

۱۲- نام مؤسسه‌ی تولید و چاپ نقشه

۱۳- نحوه‌ی تهیه‌ی نقشه

به‌طوری که اشاره شد، حذف بعضی از این اطلاعات در رابطه با موضوع نقشه و کاربرد آن صورت می‌گیرد. مثلاً، نقشه‌هایی که برای چاپ در کتاب در نظر گرفته می‌شود، عموماً ساده‌اند و احتیاج به اطلاعات حاشیه‌ای زیادی ندارد. برعکس، نقشه‌های تک‌برگی موضوعی و یا نقشه‌های توپوگرافی دارای اطلاعات حاشیه‌ای کاملی می‌باشند.

۲-۵- اسم و عنوان نقشه: هر نوع نقشه، اعم از توپوگرافی یا غیرتوپوگرافی، بزرگ مقیاس یا کوچک مقیاس، آماری یا موضوعی، حتماً باید دارای عنوان باشد. اسم نقشه، مبین معانی مختلفی است.

عنوان نقشه معمولاً معرف موقعیت منطقه و یا موضوع نقشه است که می‌توان اهمیت آن را به برحسب‌های روی دارو تشبیه نمود. تعیین فرم و الگوی خاص برای عنوان نقشه کار بسیار مشکلی است و بستگی به موضوع و هدف نقشه دارد. مثلاً، برای نقشه‌ای که تراکم جمعیت مناطق مزروعی

ایران در هر کیلومتر مربع برای سال ۱۳۶۰ را نشان می‌دهد، می‌توان عناوین زیر را در موقعیت‌های مختلف در نظر گرفت.

الف - اگر نقشه بخواهد در کتابی چاپ شود که هدف آن، مقایسه‌ی جمعیت کشورهای مختلف باشد و نقشه‌های دیگری هم درباره‌ی این موضوع، مربوط به سایر کشورها در کتاب آورده شده باشد، انتخاب کلمه‌ی «ایران» برای عنوان نقشه کافی خواهد بود.

ب - اگر نقشه برای مطالعات مربوط به موقعیت تغذیه در آسیا مورد استفاده قرار بگیرد و بخواهیم آن را به‌عنوان مدرک و سندی در رساله‌ای مصرف نماییم، عنوان زیر مناسب خواهد بود.

ایران

جمعیت مناطق مزروعی در کیلومتر مربع

ج - چنان‌چه نقشه در نشریه‌ای که اختصاص به رشد جمعیت ایران دارد چاپ گردد، عنوان زیر را می‌توان انتخاب نمود:

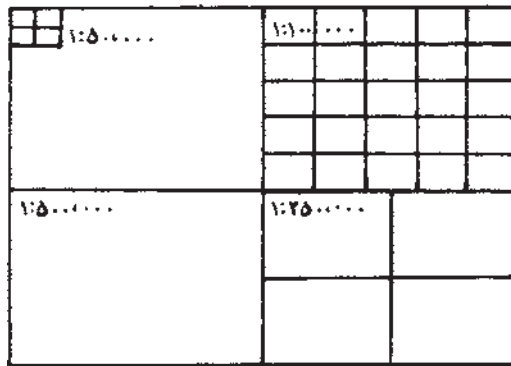
جمعیت مناطق مزروعی در کیلومتر مربع

سال ۱۳۶۰

که در این حالت، منطقه‌ی مورد مطالعه از قبل شناخته شده است و فقط باید در آن، روی تاریخ، آمار، یعنی، سال ۱۳۶۰، تأکید نمود و در عنوان گنجانند. البته، همین عنوان می‌تواند شکل‌های دیگری هم داشته باشد که به تناسب موقعیت و هدف نقشه طراحی می‌گردد. به غیر از کلمات مربوط به اسم نقشه، شکل، اندازه و میل حروف هم باید مورد توجه قرار گیرد و متناسب با اندازه، اهمیت و هدف نقشه انتخاب گردد. در مورد نام‌گذاری نقشه، عموماً استفاده‌کننده علاقه‌مند است که نقشه بر مبنای عارضه‌ی مهم موجود در منطقه نام‌گذاری شود. به‌طوری که اشاره شد، عنوان نقشه معمولاً نوع نقشه و منطقه‌ی مورد نظر را بیان می‌دارد، مثل «نقشه‌ی زمین‌شناسی ایران»، «نقشه‌ی جهان‌نما» و «پلان تهران». در نقشه‌های توپوگرافی پوششی کشور که متعلق به مناطق مختلف خواهد بود به غیر از شماره‌ی سری که مشخص‌کننده‌ی نوع نقشه است، از اسم منطقه به‌جای عنوان نقشه استفاده می‌شود. برای مثال، در نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ پوششی ایران، نقشه‌ها برحسب نام منطقه، نظیر

«یزد»، «سراوان»، «کبودرآهنگ» و... عنوان بندی شده‌اند. واضح است که اندازه‌ی عنوان نقشه باید درشت، مشخص و خوانا باشد تا بیننده بتواند به راحتی آن را بخواند. معمولاً، عنوان نقشه در قسمت شمالی نقشه و در وسط یا در قسمت راست نوشته می‌شود و به منظور تسهیل در پیدا نمودن نقشه‌ی مورد نظر در قفسه‌های بایگانی، اسم نقشه در پایین نقشه به اندازه‌ی کوچک تر تکرار می‌گردد. چنانچه نقشه‌های پوششی با مقیاس‌های مختلف به وسیله‌ی یک سازمان تهیه گردد، معمولاً کلیه‌ی نقشه‌ها از یک سیستم مبنایی پیروی می‌نمایند و تقسیم بندی طوری صورت می‌گیرد که مطابق شکل ۳-۲ می‌توان برکه‌های بزرگ مقیاس را از روی نقشه‌های کوچک مقیاس مشخص نمود.

۲-۲-۵- شماره‌ی سری و شماره‌ی برگه و شماره‌ی تجدید چاپ: چنانچه نقشه پوششی باشد، باید حتماً شماره‌ی سری داشته باشد. نحوه‌ی انتخاب اعداد و حروف مربوط به سری نقشه متفاوت است و در رابطه با مقیاس، تعداد نقشه و موقعیت محل تعیین می‌شود. معمولاً مؤسسات بزرگ دستورالعمل‌هایی در این زمینه دارند؛ مثلاً، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ پوششی ایران دارای شماره‌ی سری K۵۵۱ می‌باشد.

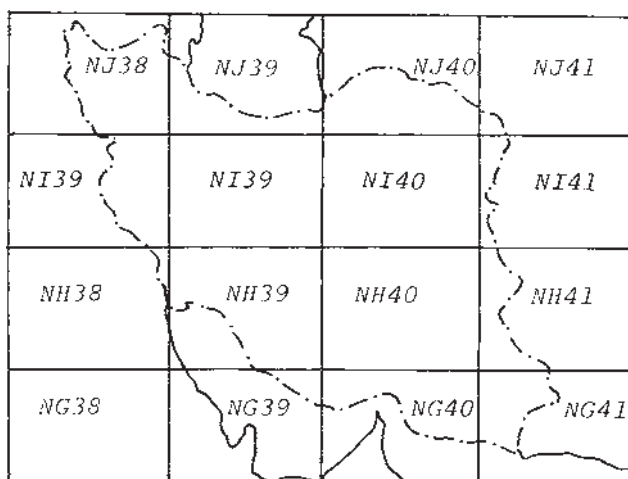


شکل ۳-۵- قطع نقشه و رابطه‌ی آن با مقیاس نقشه

هر برگ نقشه که جزو یک سری نقشه‌های پوششی انتشار می‌یابد، باید دارای شماره‌ای باشد که به وسیله‌ی آن بتوان موقعیت نقشه یا به عبارت دیگر، موقعیت منطقه‌ی مورد نظر را نسبت به سایر مناطق مشخص نمود. مثلاً، شماره‌ی برگه‌های نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ جهانی که قسمتی از ایران را می‌پوشاند، به شرح زیر است:

در نقشه‌های یک میلیونم، کره‌ی زمین به دو نیمکره‌ی شمالی و جنوبی و هر نیمکره از استوا به طرف قطب به وسیله‌ی مدارات به مناطق به عرض ۴ درجه تقسیم گردیده است. تقسیمات مزبور تا

مدار ۸۸ درجه‌ی شمالی و جنوبی ادامه پیدا می‌کند. به این ترتیب، هر نیمکره شامل ۲۲ منطقه می‌گردد. این مناطق را از استوا تا مدار ۸۸ درجه با حروف A تا V نمایش می‌دهند و حرف Z مربوط به منطقه‌ی قطبی است. کلیه‌ی مناطق مربوط به نیمکره‌ی شمالی با حرف N و مناطق نیمکره‌ی جنوبی با حرف S نشان داده می‌شود. بنابراین، منطقه‌ای در نیمکره‌ی شمالی که محدود به مدارات ۲۴ و ۲۸ درجه است با NG مشخص خواهد شد. ایران که بین مدارات ۲۴ تا ۴۰ درجه‌ی شمالی واقع شده است، حروف NG، NH، NI و NJ را شامل می‌شود (شکل ۴-۵).

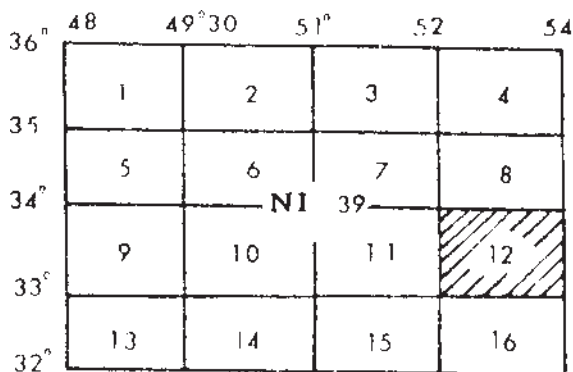


شکل ۴-۵. شماره‌گذاری برگه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بوششی جهانی از ایران

هم‌چنین، کره‌ی زمین به وسیله‌ی نصف‌النهاراتی که فاصله‌ی آن‌ها از هم ۶ درجه است به ۶۰ منطقه (ZONE) تقسیم می‌شود. این مناطق، از ۱ تا ۶۰ شماره‌بندی می‌شود و جهت این شمارش از نصف‌النهار ۱۸۰ درجه (نصف‌النهار مقابل گرینویچ) به طرف مشرق است. با این ترتیب، شماره‌ی ۱ مربوط به منطقه‌ی واقع بین نصف‌النهارات ۱۸۰ درجه و ۱۷۴ درجه‌ی غربی است و بقیه‌ی شماره‌ها در جهت غرب اضافه می‌گردد؛ یعنی، منطقه‌ی شماره‌ی ۶۰ محدود به نصف‌النهارات ۱۷۴ درجه‌ی شرقی و ۱۸۰ درجه است. کشور ایران که بین نصف‌النهارات ۴۲ تا ۶۶ درجه‌ی شرقی قرار گرفته شماره‌های ۳۸ تا ۴۱ را کسب می‌نماید. بدین ترتیب، هر برگ نقشه، با دو حرف لاتین که نماینده‌ی مختصات محل از نظر عرض جغرافیایی و یک عدد که معرف منطقه از نظر نصف‌النهار است، مشخص می‌شود. مثلاً، شماره‌ی نقشه یک میلیونیم مربوط به تهران NI39 است (شکل ۴-۵).

همین تقسیم‌بندی در مورد نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ بوششی ایران به کار رفته است؛ یعنی، هر

برگ نقشه یک میلیونیم مطابق شکل ۵-۵ به ۱۶ برگ به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تقسیم گردیده و از ۱ تا ۱۶ شماره گذاری می‌شوند و در نتیجه، برای شماره گذاری هر برگ نقشه یکی از اعداد ۱ تا ۱۶ را به شماره‌ی نقشه یک میلیونیم اضافه می‌نماییم. مثلاً، منطقه‌ای که در شکل ۵-۵ مشخص شده است، دارای شماره‌ی NI39-12 است.



شکل ۵-۵ شماره گذاری برگه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ ایران

غالباً تجدید چاپ را با رقم مشخص می‌نمایند؛ مثلاً، چاپ اول یا چاپ دوم و... خود چاپ اولیه‌ی نقشه هم با حروف مشخص می‌گردد. باید توجه داشت که تجدید چاپ به آن معنی نیست که محتوای نقشه و احیاناً نوع نقشه تغییر یافته است، بلکه منظور از آن، فقط چاپ دوباره‌ی آن است. برای این که استفاده کننده به راحتی بتواند نقشه را بایگانی کند و مورد مصرف قرار دهد، معمولاً سه رقم مربوط به شماره‌ی سری، شماره‌ی نقشه و شماره‌ی چاپ در داخل یک کادر آورده می‌شود. نحوه‌ی قرار گرفتن این سه عدد بستگی به فضای حاشیه‌ی نقشه دارد که دو نمونه از آن در این جا نشان داده می‌شود:

مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰

ایران	تهران
K 551	سری
NI 39-3	برگ
چاپ دوم سازمان جغرافیایی کشور	

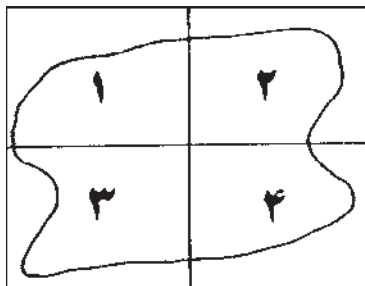
شکل ۵-۷

مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰

ایران	شیراز
K 551	سری
NH 39-12	برگ
چاپ دوم سازمان جغرافیایی کشور	

شکل ۵-۶

در مورد نقشه‌های غیرپوششی، شماره‌گذاری نقشه به مراتب ساده‌تر است؛ مثلاً، اگر منطقه‌ای در چهار برگ نشان داده شود، مطابق شکل ۸-۵ به راحتی می‌توان آن‌ها را شماره‌گذاری کرد.



شکل ۸-۵. شماره‌گذاری برگه‌های غیرپوششی

۳-۲-۵- مقیاس (Scale): مقیاس نقشه در رابطه با نوع نقشه از اهمیت خاصی برخوردار است. در نقشه‌هایی که در آن‌ها هدف نشان دادن راه‌ها یا خطوط راه‌آهن، راه‌های هوایی یا به‌طور کلی فواصل است، نمایش مقیاس از جمله عواملی است که استفاده‌کننده به آن نیازمند است. در چنین مواردی، مقیاس باید در جای مناسبی از نقشه گنجانده شود و طوری ترسیم گردد که استفاده‌کننده بتواند به راحتی آن را به کار گیرد. روش‌های نمایش مقیاس در نقشه‌ها متفاوت است. در تعدادی از نقشه‌ها، مخصوصاً نقشه‌های بزرگ مقیاس، نوشتن مقیاس کسری یا عددی مفید خواهد بود. چنانچه نقشه از طریق عکاسی کوچک گردد و به فرم نهایی ارائه شود، باید توجه داشت که مقیاس عددی یا کسری قید شده روی نقشه، مقیاس نهایی (کوچک شده) باشد، نه مقیاسی که ترسیم نقشه با آن شروع شده است. برای مثال، وقتی که نقشه‌ای با مقیاس $1:50000$ ترسیم گردیده و سپس به وسیله‌ی عکاسی تبدیل به مقیاس $1:100000$ شده، قبل از عمل عکاسی باید به جای عدد $1:50000$ عدد $1:100000$ را روی نقشه نوشت تا مقیاس روی نقشه‌ی نهایی نمایانگر مقیاس واقعی نقشه باشد. یکی از روش‌های متداول نمایش مقیاس، کشیدن مقیاس ترسیمی است که برای نقشه‌های کوچک مقیاس بسیار مفید خواهد بود؛ زیرا در این گونه نقشه‌ها، مقیاس عددی دارای مفهوم دقیقی نیست و نمی‌توان به‌طور دقیق به اندازه‌های واقعی رسید. گذشته از آن، مقیاس عددی ممکن است عدد روندی نباشد.

از محسنات مقیاس ترسیمی این است که وقتی نقشه به‌طریق عکاسی کوچک می‌گردد، هیچ اثری روی مقیاس ترسیمی نمی‌گذارد. مقیاس ترسیمی معمولاً برحسب سیستم متریک تقسیم‌بندی

می‌شود. در مواردی که نقشه شامل اطلاعات مربوط به سیستم‌های غیرمتریک باشد، مثل عوارض هیدروگرافی، مقیاس ترسیمی برحسب مایل و یا واحدهای دیگر نیز ممکن است درجه‌بندی شود. در بیش‌تر نقشه‌ها همراه با مقیاس عددی، مقیاس ترسیمی هم رسم می‌گردد. محل و موقعیت مقیاس ترسیمی بستگی به قطع نقشه و فضای حاشیه‌ی نقشه دارد که معمولاً در قسمت پایین حاشیه‌ی نقشه ترسیم می‌شود. نمونه‌ای از مقیاس عددی، ترسیمی برای نقشه $\frac{1}{500,000}$ در شکل ۹-۵ نشان داده شده است.



شکل ۹-۵

۴-۲-۵- علایم در لژاند (Legend): یکی از قسمت‌های مهم اطلاعات حاشیه را علایم لژاند تشکیل می‌دهد. در نقشه‌خوانی و درک علایم موجود در نقشه، ممکن است لژاند بیش از سایر اطلاعات حاشیه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. یک نقشه ممکن است شامل عوارض و اطلاعات گوناگونی باشد که هر کدام به وسیله‌ی علامتی نمایش داده می‌شود. برای شناختن و درک این گونه علایم لازم است که بیننده به لژاند مراجعه نموده و آن علامت خاص را شناسایی نماید. درحقیقت، لژاند یک نوع کلید برای درک علایم قراردادی موجود در نقشه محسوب می‌شود. اطلاعات مربوط به لژاند ممکن است در یک ستون یا بخش‌های مختلف حاشیه‌ی نقشه آورده شود. قاعدتاً این نوع اطلاعات طبقه‌بندی می‌شود. مثلاً، علایم مربوط به عوارض مسطحاتی نظیر شهرها و آبادی‌ها، انواع جاده‌ها، رودها، دریاچه‌ها، جنگل‌ها و مزارع از اطلاعات مربوط به ارتفاعات مثل فواصل منحنی، میزان و دقت آن‌ها، نقاط ارتفاعی، رنگ‌های پله‌ای و... تفکیک می‌گردد. با تغییر محل، اندازه و ارزش لژاند، می‌توان روی آن تأکید نمود. شکل ۲-۵ نمونه‌هایی از محل و اندازه‌ی لژاند را نمایش می‌دهد. مکان و جای لژاند در حاشیه و هم‌چنین اندازه‌ی هر کدام از علایم باید طوری انتخاب شود که بیننده بتواند به راحتی از آن استفاده نماید. در قدیم، لژاند به‌طور خاصی آراسته می‌شد، به طوری که در مقایسه با اطلاعات اصلی نقشه مهم جلوه می‌نمود؛ ولی، امروزه به‌محتوای لژاند بیش از زیبایی ظاهری آن توجه می‌گردد و سعی می‌شود تا آن جایی که ممکن است، لژاند ساده و در عین حال از نقطه نظر گرافیکی با اطلاعات نقشه هماهنگی داشته باشد. علایم قراردادی باید با رنگ و اندازه‌ی

اصلی‌شان به‌طور توضیحی در حاشیه‌ی نقشه ترسیم گردند. گرچه گنجاندن کلیه‌ی علائم موجود در نقشه، در حاشیه لازم است، ولیکن در مواردی می‌توان بعضی از علائم را که کاملاً گویا و واضح‌اند در صورت نبودن جا از حاشیه‌ی نقشه، حذف نمود. در نقشه‌های پوششی، عموماً لژاند برای کلیه‌ی برگ‌ها یکسان است و غالباً علاماتی که در تمام نقشه‌ها وجود دارد، در لژاند گنجانده و در کلیه‌ی نقشه‌ها تکرار می‌شود. چنان‌چه در بعضی از نقشه‌ها علامت تازه‌ای به‌کار می‌رود، باید آن علامت را در لژاند برگه‌ی مزبور اضافه نمود.

نمونه‌ای از علائم در لژاند در نقشه‌های $\frac{1}{50000}$ در زیر دیده می‌شوند (شکل ۱۰-۵).



..... مرز استانی	.....
..... معدن - مخزن آب - غار - پل	..... ) ( - x o x
..... آسیاب - عرابه - محل چادر - کلبه روستایی	..... o x ^ a [] o
..... امامزاده - مقبره - مسجد } } }
..... چشمه - چاه - آب انبار	..... . . .
..... کویر - مسیل	.....
..... قنات : دائمی - فصلی - - - - -
..... دریاچه فصلی	.....
..... اراضی مورد طغیان آب - بانلاق یا مرداب	.....
..... خاکریز - تپه خاکی	.....
..... سطوح یا رویه های دگرگون شده	.....
..... تپه شنی - شترزار	.....
..... نقطه نجومی - نقطه مسطحاتی	..... Δ o

ارتفاعات زمین

پلنترین ارتفاع شناخته شده روی این نقشه برابر با **3270** متر در $53^{\circ} 29'$ شمالی و $52^{\circ} 20'$ شرقی است و دقت آن در حدود 250 متر است

..... 238 965

روئینها

..... جنگل و بیشه	.....
..... باغ میوه - بوته زار	.....
..... زمینهای زراعتی - شالیزار	.....
آب نگاری (هیدروگرافی)	
..... صخره : ناپیدا پیدا	.....
..... کشتی مفروق : ناپیدا پیدا	
..... صخره زیر آب - حدخطر	
..... رسوبات ساحلی	
..... چراغ دریایی - منحنی های نقاط هم ژرف	

فرودگاهها و بنادر (نظامی یا غیر نظامی)	
شماره 4483	حدود فرودگاه با پاند پرواز معلوم
	حدود معلوم با پاند پرواز نامعلوم
	حدود نامعلوم با پاند پرواز معلوم
	حدود نامعلوم با پاند پرواز نامعلوم
	بنادرگاه و پایگاه دریایی
	نقطه اضطراری
	فرودگاه هلیکوپتر
تسهیلات و موانع قابل دید	
338 (79)	مانع
338	ارتفاع نوك مانع از سطح دریا
(79)	ارتفاع نوك مانع از سطح زمین
	گروه موانع
	موانع راداری
خط انتقال نیرو فشار قوی	
توجه	
التهافت مغناطیسی این نقشه در سال ۲۰۰۰ عبارت است از ۳۳° ۱' (۲۸ میلیم) شرقی است	
در این منطقه از ارتفاع ۴۱ متر به بالا از سطح زمین مانعی وجود ندارد	
عرض هر راه یک راهه بطور متوسط ۲/۵ متر (۸ فوت) است	

شکل ۱۰-۵

۵-۲-۵- ارتفاعات: از جمله اطلاعاتی که در بیش تر نقشه‌ها یافت می‌شود، وضع ناهمواری منطقه است. معمولاً، ارتفاعات یا به وسیله‌ی منحنی میزان و یا به صورت رنگ‌های پله‌ای و یا ترکیبی از این دو نمایش داده می‌شود. مبنای اندازه‌گیری ارتفاعات باید در حاشیه‌ی نقشه تشریح شود. مثلاً، اگر سیستم اندازه‌گیری متریک است باید قید گردد «ارتفاعات بر حسب متر». در مورد منحنی میزان، معمولاً دو منحنی میزان اصلی نمونه در لژاند ترسیم می‌گردد و بین این دو، چهار منحنی فرعی با ارقام مربوط قید می‌شود که از روی آن‌ها می‌توان به مقدار فواصل منحنی‌ها دست یافت. چنانچه در قسمت‌هایی از نقشه منحنی‌های واسطه وجود داشته باشد، توضیحات مربوط به آن هم در حاشیه‌ی

نقشه آورده می‌شود. چنانچه ارتفاعات به وسیله‌ی پله‌های رنگی یا رنگ‌های هیپسومتریک نمایش داده شده باشند، ترسیم کلیه‌ی پله‌های رنگی به منظور راهنما و کلید در حاشیه‌ی نقشه ضروری است. اعداد مربوط به هر پله‌ی رنگ از جمله‌ی مواردی است که حتماً باید در کنار رنگ‌ها نوشته شود؛ زیرا در بیش‌تر اوقات، فواصل ارتفاعی رنگ‌ها برابر نیست و ممکن است استفاده‌کننده‌ی از نقشه را گمراه نماید. در شکل ۱۱-۵ نمونه‌ای از وضعیت ارتفاعات در یک نقشه‌ی $\frac{1}{500000}$ و مبنای ارتفاعی آن دیده می‌شود:



ارتفاعات بر حسب متر، فواصل منحنی‌های تراز: ۲۰۰ متر با فرعی ۱۰۰ متری، مبنای مسطحات: اروپایی (بتسدام)، مبنای ارتفاعات: سطح متوسط آب خلیج فارس (فاو)، سیستم تصویر U.T.M. خطوطی که دارای شماره‌ی نقشه می‌باشند معرف شبکه بندی ۱۰ کیلومتری سیستم تصویر (U.T.M) منطقه‌ی ۳۹ شبه کره‌ی بین‌المللی است.

شکل ۱۱-۵

۵-۲-۶- توضیحات مربوط به مرزها: مشکلات سیاسی و نظامی که معمولاً در مورد مرزهای بین کشورهای همسایه وجود دارد و حتی پاره‌ای از اوقات منجر به اختلافات و برخوردهایی شده است، باعث می‌شود که نتوان حد و مرزهای بین‌المللی را به‌طور قطعی مشخص نمود. گذشته از آن، غالباً مقیاس نقشه‌ها در مقایسه با اهمیت مرزها آن‌قدر کوچک است که نمایش صحیح و واقعی

سرحدات را مشکل می‌نماید. مثلاً، اگر خط وسط رودخانه‌ای به عرض ۲ متر مرز بین دو کشور باشد، نمایش دقیق و واقعی چنین خطی در نقشه‌های توپوگرافی پوششی که معمولاً مقیاس‌شان بزرگ‌تر از ۱:۱۰۰۰۰ نیست، کاری غیرممکن است. به همین جهت، برای رفع هرگونه مسئولیت از سازمان تهیه‌کننده‌ی نقشه و هم‌چنین عدم پیش‌آمدهای احتمالی در مورد مرزها، توضیحاتی در مورد عدم مسئولیت مرزها در حاشیه‌ی نقشه آورده می‌شود. به‌طور مثال، نوشته می‌شود: «مرزهای بین‌المللی در این نقشه سندیت ندارد».

۷-۲-۵- نام مؤسسه‌ی تولید و چاپ نقشه: معمولاً نقشه‌ای قابل اعتماد است که به‌وسیله‌ی یک سازمان یا مؤسسه‌ی رسمی مطمئن انتشار یابد. به همین جهت، یکی از اولین عواملی که باعث ارزیابی محتویات و دقت یک نقشه می‌شود، نام سازمان تولیدکننده‌ی نقشه است. نوشتن اسم سازمان تهیه‌کننده‌ی نقشه از جمله اطلاعات مهمی است که باید در حاشیه‌ی نقشه قید گردد. غالباً سازمان‌های بزرگ تهیه‌ی نقشه، دارای تسهیلات چاپ می‌باشند. چنان‌چه نقشه در مؤسسه‌ی دیگری چاپ گردد، اسم چاپخانه‌ی موردنظر هم در حاشیه‌ی نقشه نوشته می‌شود.

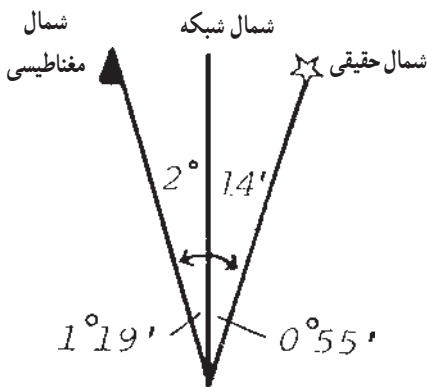
۸-۲-۵- نحوه‌ی تهیه‌ی نقشه: یکی از اطلاعات مهم موجود در حاشیه‌ی نقشه، طریقه‌ی تهیه‌ی نقشه می‌باشد. یک نقشه ممکن است از طریق نقشه‌برداری زمینی، فتوگرامتری و یا از منابع دیگر به‌صورت نقشه‌ی مشتقه به‌وجود آمده باشد. اطلاعات مربوط به نحوه‌ی نقشه‌برداری و تاریخ آن حتماً باید در حاشیه‌ی نقشه نوشته شود. در مورد نقشه‌هایی که تجدیدنظر و تجدیدچاپ می‌گردند، تاریخ بازنگری نقشه عموماً ذکر می‌گردد.

۹-۲-۵- سایر اطلاعات: به غیر از موارد ذکر شده، متناسب با نوع نقشه، ممکن است اطلاعات دیگری هم در حاشیه‌ی نقشه آورده شود. بعضی از این اطلاعات ممکن است در رابطه با نوع نقشه ضروری باشد و تعدادی از آن‌ها جنبه‌ی اختیاری داشته باشد، به‌طور مثال، در بعضی از نقشه‌های زمین‌شناسی که دوره‌های زمین‌شناسی را با علامت اختصاری نشان می‌دهند، ستونی به‌نام اختصارات در حاشیه‌ی نقشه به‌وجود می‌آید که اصطلاحات فنی و کلمات اختصاری مربوط به آن را تشریح می‌نماید.

۱۰-۲-۵- سیستم تصویر، شبکه و شمال‌ها: سیستم تصویر به‌کار رفته در نقشه بسیار حائز اهمیت می‌باشد، به‌طور کلی اسم سیستم تصویر در حاشیه‌ی نقشه ذکر می‌گردد. اعداد مربوط به مدارات و نصف‌النهارات از جمله‌ی اطلاعاتی است که حتماً باید در نقشه قید گردد. چنان‌چه نقشه دارای شبکه‌ی قائم‌الزاویه باشد، باید ارقام مربوط به خطوط شبکه نوشته شود و مبنا و مأخذ آن ذکر

گردد. اگر شبکه‌ی ملی یا قائم‌الزاویه باشد و با سیستم تصویر دارای ارتباط باشد، توضیحات مربوط به خطوط شبکه، سیستم تصویر، بیضوی مبنا و مختصات مبنای اختیاری معمولاً با رنگ‌های متناسب و مربوطه در زیر نقشه قید می‌گردد (شکل ۵-۱۱).

اطلاعات مربوط به شمال‌های حقیقی، شبکه و مغناطیسی، معمولاً در حاشیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی آورده می‌شود. این اطلاعات، شامل تقارب و انحراف شمال‌ها نسبت به هم و میزان تغییرات سالیانه‌ی آن‌هاست. وقتی که به دلایلی جهت محور Y شبکه در جهت شمال جغرافیایی نباشد، ترسیم جهت شمال در حاشیه‌ی نقشه الزامی است. شکل ۵-۱۳ نحوه‌ی نشان دادن شمال‌ها را در نقشه نشان می‌دهد.



رشت	آمل	گرگان
همدان	تهران	سمنان
کردستان	اصفهان	دشت کویر

تغییرات سالانه‌ی شمال مغناطیسی $3/5^\circ$ غربی

شکل ۵-۱۲- راهنمای اتصال نقشه‌ها

شکل ۵-۱۳- انواع شمال‌ها

۱۱-۲-۵- راهنمای اتصال نقشه‌ها: در نقشه‌های پوششی که منطقه به وسیله‌ی تعدادی

از نقشه پوشانده می‌شود، برای این که بتوان موقعیت یک برگ نقشه را نسبت به برگ‌های مجاور نشان داد، کادری متشکل از چند مربع مستطیل مرتبط به هم ترسیم و شماره و نام نقشه‌های مجاور در آن‌ها نوشته می‌شود و نقشه‌ی اصلی روی آن به‌طور مشخص به وسیله‌ی هاشور و یا ترام و یا به وسیله‌ی رنگ، علامت زده می‌شود. شکل ۵-۱۲ نمونه‌ای از دیاگرام مربوط به راهنمای اتصال نقشه‌ها را نشان می‌دهد. در بعضی از نقشه‌های پوششی به منظور نمایش موقعیت یک برگ نقشه در واحد کل کشور، معمولاً نقشه‌ی بسیار کوچک مقیاس تمام کشور به ابعاد چند سانتی‌متر در حاشیه‌ی نقشه ترسیم می‌گردد و بر روی آن قطع نقشه‌های پوششی تقسیم‌بندی می‌شود و موقعیت برگه‌ی موردنظر روی آن به‌طور مشخص نشان داده می‌شود (شکل ۵-۱۴).

راهنمای نقشه های مجاور

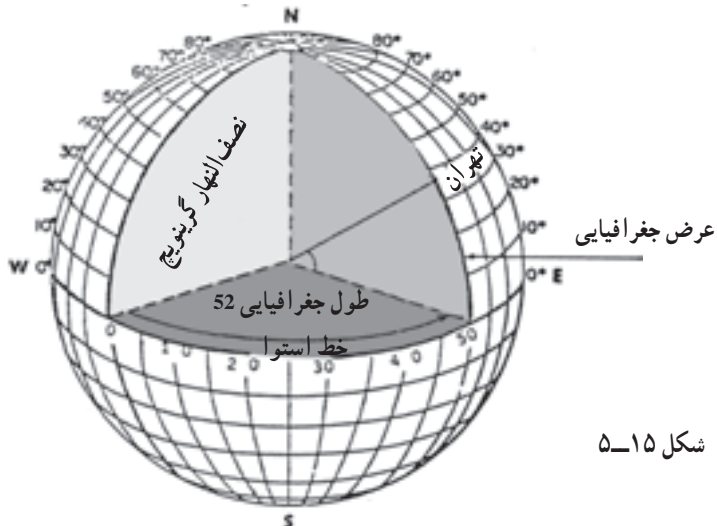


شکل ۱۴-۵- راهنمای اتصال نقشه

۳-۵- تعیین موقعیت بر روی نقشه

همان طور که در فصل های قبل آموخته اید برای نشان دادن موقعیت یک نقطه در روی زمین از مختصات آن نقطه استفاده می شود و در ژئودزی این مختصات یا برحسب زاویه است که به آن طول و عرض جغرافیایی یا ژئودتیک می گوئیم یا برحسب متر است مانند آنچه که در سیستم تصویر UTM آمده است.

عرض ژئودتیک کمانی است روی نصف النهار بین نقطه و خط استوا و طول ژئودتیک کمانی است روی استوا بین نصف النهار نقطه و نصف النهار گرینویچ (شکل ۱۵-۵).



شکل ۱۵-۵

۴-۵- تعیین موقعیت با استفاده از مختصات جغرافیایی (طول و عرض ژئودتیک)

در روی نقشه‌ها شبکه‌های چهارضلعی دیده می‌شود که از برخورد نصف‌النهارات و مدارات به وجود می‌آیند و در بالا و پایین نقشه طول جغرافیایی هر نصف‌النهار در سمت چپ و راست نقشه عرض جغرافیایی هر مدار ترسیم شده و نوشته می‌شود. در نقشه‌های $\frac{1}{50000}$ فاصله‌ی خطوط شبکه از یکدیگر ۵' و در نقشه‌های $\frac{1}{500000}$ این فاصله ۱۵' می‌باشد.

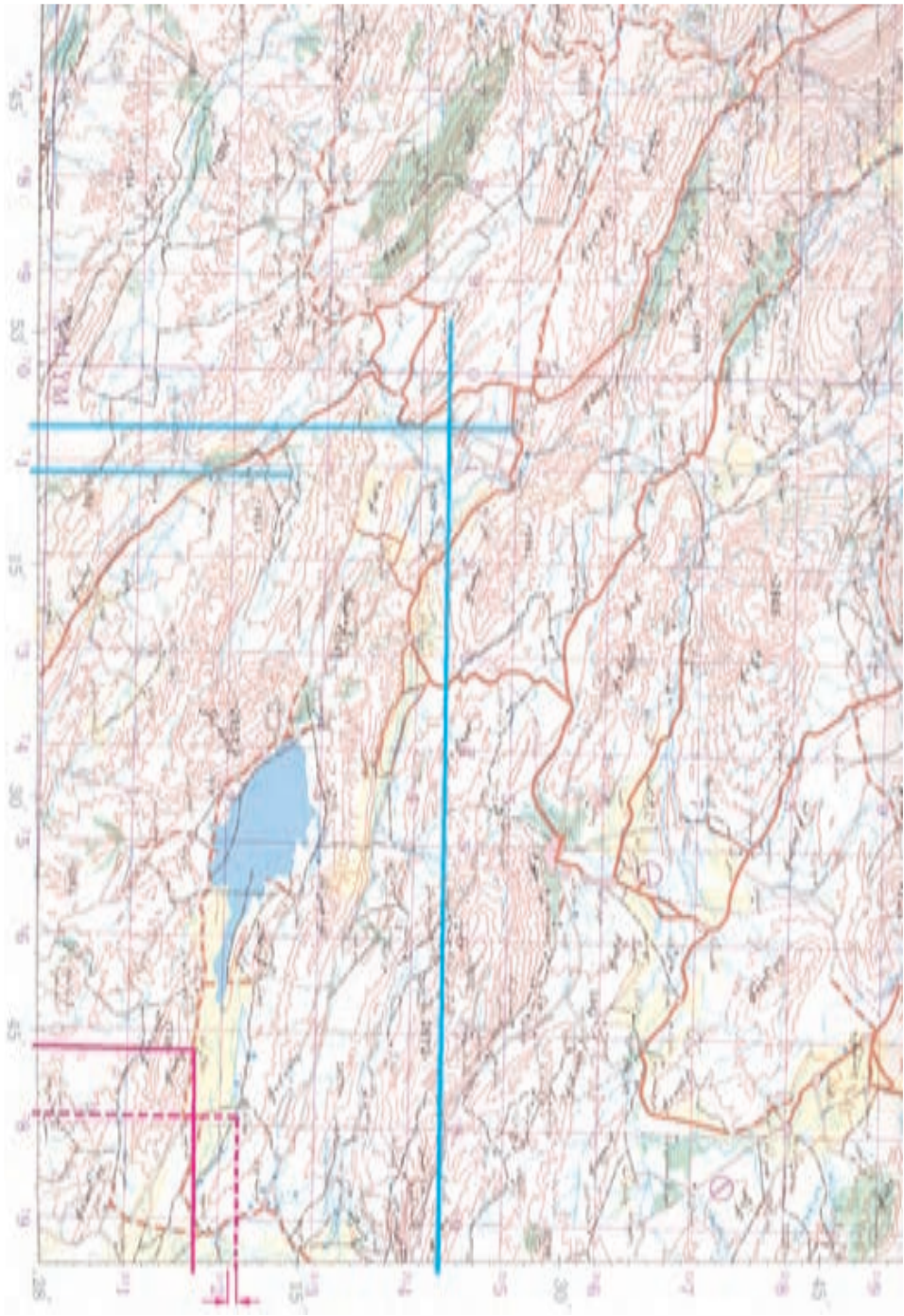
برای تعیین موقعیت روی این نقشه‌ها به صورت ساده می‌توان از نقطه‌ی موردنظر روی نقشه خطوطی به موازات نصف‌النهارات و مدارات ترسیم کرد تا خطوط افقی و عمودی حاشیه‌ی نقشه را قطع نماید سپس با استفاده از مختصات نوشته شده در حاشیه‌ی نقشه مختصات نقطه‌ی موردنظر را بیابیم.

مثال: در شکل ۱۶-۵ چنانچه بخواهیم مختصات جغرافیایی جدول آمار را بیابیم به شرح زیر عمل می‌کنیم:

الف - از نقطه‌ی دهکده‌ی جلال‌آباد خطی به موازات نصف‌النهار ترسیم کرده تا خط افقی کادر نقشه را قطع کند (شکل ۱۸-۵) سپس با توجه به مختصات درج شده روی این خط طول جغرافیایی محل مشخص می‌شود با توجه به درجه‌بندی با اندازه‌گیری‌های روی این خط مقدار دقیق به دست می‌آید. با توجه به نقشه مقدار (λ) طول جغرافیایی محل مزبور $53^{\circ}49'$ می‌باشد.

ب - از نقطه‌ی جلال‌آباد خطی به موازات مدارات رسم کرده تا کادر عمودی نقشه را قطع کند. مانند مرحله‌ی قبل عرض جغرافیایی نیز مشخص می‌شود. با توجه به نقشه مقدار φ عرض جغرافیایی محل مزبور $28^{\circ}09'$ می‌شود.

ج - در صورتی که نقطه‌ی موردنظر طوری قرار گیرد که موقعیت آن بر روی اعداد صحیح قرار نگیرد باید مابین موقعیت‌های صحیح واسطه‌یابی گردد. برای مثال موقعیت جغرافیایی عطاآباد عرض جغرافیایی $28^{\circ}11', 30''$ و λ طول جغرافیایی آن $53^{\circ}49', 20''$ می‌شود.



شکل ۱۶-۵

۵-۵- مشخص کردن یک نقطه‌ی معلوم با مختصات جغرافیایی بر روی نقشه

اگر بخواهیم نقطه‌ای با مختصات $28^{\circ}, 23'$ و $53^{\circ}, 6'$ را روی نقشه مشخص کنیم ابتدا بر روی محور طول جغرافیایی (λ) طول $53^{\circ}, 6'$ را مشخص کرده و از آن‌جا به موازات نصف‌النهارات خطی ترسیم می‌کنیم سپس روی محور عرض جغرافیایی (φ) نقطه‌ی $28^{\circ}, 23'$ را مشخص کرده و از آن‌جا خطی به موازات مدارات ترسیم می‌کنیم محل تقاطع در خط ترسیم شده موقعیت مورد نظر می‌باشد که با توجه به نقشه نقطه‌ای در شهرک فتح‌آباد خواهد بود.

۵-۶- تعیین موقعیت با استفاده از مختصات UTM

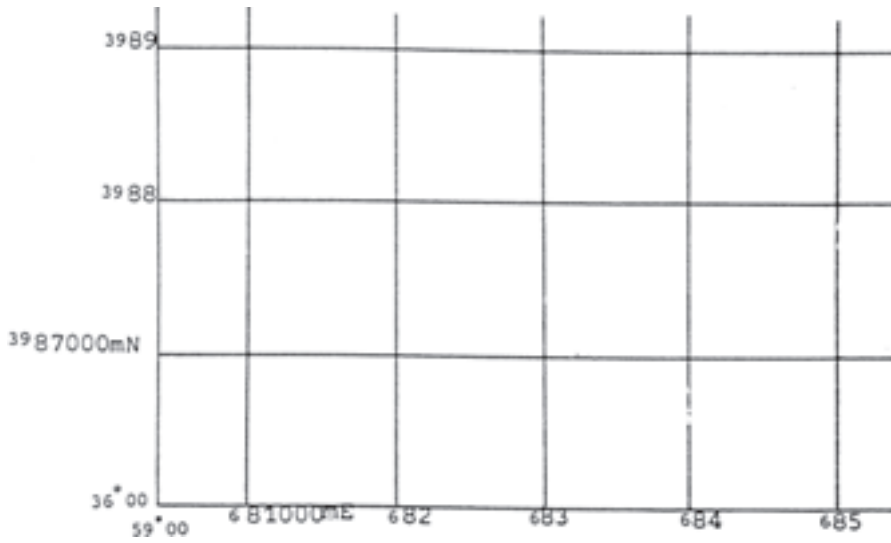
در فصل سوم آموختیم در سیستم تصویر UTM زمین به 6° قاچ تقسیم می‌شود مختصات نقاط در هر 6° قاچ کاملاً شبیه یکدیگر است و فقط شماره zone است که آن‌ها را از یکدیگر تفکیک می‌نماید. در این سیستم واحد مختصات برحسب متر است. در این سیستم هر zone را نیز با مربع‌های صد هزار متری شبکه‌بندی نموده‌اند و هر مربع از این شبکه با یک نام مشخص می‌شود. در نقشه‌ها با توجه به مقیاس نقشه شبکه‌ی یکصد هزار متری به شبکه‌های کوچکتری نیز تقسیم می‌گردد مثلاً در نقشه‌های $1:500000$ و $1:250000$ اضلاع ده هزار متری و در نقشه‌های $1:50000$ و $1:25000$ شبکه‌ی یک هزار متری می‌گردد.

در روی نقشه‌های UTM مختصات خطوط شبکه را در حاشیه‌ی نقشه مشاهده می‌نمایند 510000 m. E. یعنی دارای طول (x) 510000 متر شرقی و 3100000 m. N. یعنی دارای عرض (y) 3100000 متر شمالی.

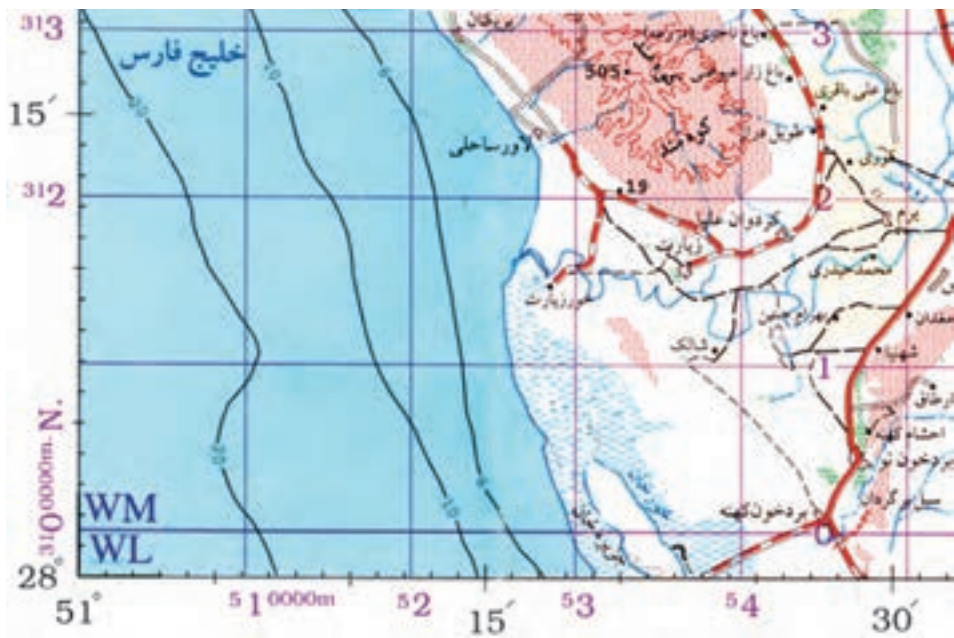
برای تعیین موقعیت نقاط روی نقشه از نقطه‌ی مورد نظر خطوطی به موازات خطوط شبکه ترسیم نموده تا خطوط حاشیه‌ی نقشه را قطع نماید سپس با استفاده از اطلاعات حاشیه مختصات UTM نقاط به دست می‌آید.

مثال: در شکل ۵-۱۶ چنان‌چه بخواهیم روی نقشه $1:500000$ موقعیت جغرافیایی نقطه‌ای را با مختصات UTM به دست آوریم می‌توان مانند مثال قبل در بخش ۵-۱۷ از خط‌کش‌های اشل سه پهلو استفاده نمود.

برای مثال می‌خواهیم موقعیت جغرافیایی قائم‌الزاویه‌ی ده‌دهی جلال‌آباد را به دست آوریم برای این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم.



شکل ۱۷-۵- شبکه بندی یک هزار متری در نقشه های با مقیاس $\frac{1}{50000}$



شکل ۱۸-۵- شبکه بندی ده هزار متری در نقشه های با مقیاس $\frac{1}{500000}$

الف - از نقطه‌ی دهکده‌ی جلال‌آباد خطی به موازات محور y ترسیم کرده تا خط افقی کادر نقشه را قطع کند سپس با توجه به مختصات درج شده روی این خط با توجه به تقسیم‌بندی قائم‌الزاویه با اندازه‌گیری روی این خط مقدار دقیق به دست می‌آید با توجه به نقشه مقدار x در سیستم UTM محل مزبور برای $m = 772000$ می‌باشد.

ب - از نقطه‌ی جلال‌آباد خطی به موازات محور x ها رسم کرده تا کادر عمومی نقشه را قطع کند مانند مرحله‌ی قبل مختصات y (UTM) نیز مشخص می‌شود با توجه به نقشه مقدار y در سیستم UTM محل مزبور برابر $m = 3117500$ $y =$

ج - در صورتی که نقطه‌ی مورد نظر طوری قرار گیرد که موقعیت آن بر روی اعداد صحیح قرار نگیرد باید مابین موقعیت‌های صحیح واسطه‌یابی گردد برای مثال موقعیت نقطه‌ی عطاآباد برابر $m = 779000$ $x =$ و $m = 3122000$ $y =$ می‌شود.

۷-۵- مشخص کردن یک نقطه‌ی معلوم با مختصات UTM بر روی نقشه

اگر بخواهیم نقطه‌ای با مختصات $m = 711250$ $x =$ و $m = 3143250$ $y =$ را روی نقشه مشخص کنیم ابتدا بر روی محور x مقداری 711250 را مشخص کرده و از آن جا به موازات محور y ها خطی ترسیم می‌کنیم. سپس روی محور y نقطه با مختصات 3143250 را مشخص کرده و از آن جا خطی به موازات محور x ها ترسیم می‌کنیم محل تلاقی در خط ترسیم شده موقعیت نقطه‌ی مورد نظر می‌باشد که با توجه به نقشه‌ی شکل ۱۶-۵ نقطه‌ای در شهرک فتح‌آباد خواهد بود.

خودآزمایی

- ۱- اطلاعات نقشه و مشخصات آن را توضیح دهید.
- ۲- مقیاس نقشه را شرح دهید.
- ۳- سیستم تصویر و شبکه‌ی نقشه را تعریف کنید.
- ۴- ارتفاعات در نقشه به چه صورت نمایش داده می‌شود؟
- ۵- تعدادی نقشه که در هنرستان (بر دیوارهای کلاس‌ها یا راهروها نصب شده و یا در کتابخانه، یا...) موجود است را مورد بررسی قرار داده موارد زیر را از روی آن نقشه‌ها استخراج و در یک گزارش ارائه نمایید.
 - اسم و عنوان نقشه
 - شماره‌ی سری
 - شماره‌ی برگه
 - تاریخ چاپ یا تجدیدچاپ
 - مقیاس
 - علائم
 - سیستم تصویر و شبکه
 - شمال‌ها
 - راهنمای اتصال نقشه
 - نام مؤسسه‌ی تولید و چاپ نقشه
 - نحوه‌ی تهیه‌ی نقشه
- ۶- در روی نقشه هر درجه، دقیقه و ثانیه روی نصف‌النهار برابر چه فاصله‌هایی هستند؟
- ۷- در شکل ۱۶-۵ مختصات طول و عرض جغرافیایی جهرم را به دست آورید.
- ۸- در شکل ۱۶-۵ نقطه‌ی با مختصات $28^{\circ}, 30', 30''$ و 4° و $53^{\circ}, 36', 40''$ چه محلی می‌باشد؟
- ۹- در شکل ۱۶-۵ مختصات UTM خارقان را به دست آورید.
- ۱۰- در شکل ۱۶-۵ نقطه‌ای با مختصات UTM، $N = 31806000$ و $E = 7401000$ چه محلی می‌باشد؟

تعیین جهت قبله به صورت تقریبی

قبله همان امتداد بین محل نمازگزار و کعبه می باشد از این رو برای پیدا کردن جهت قبله بایستی خط واصل بین محل نمازگزار تا کعبه را ترسیم نموده و آزیموت آن را نسبت به یک امتداد مرجع مانند شمال به دست آورد از آن جا که زمین مسطح نبوده و شکلی نزدیک به کره دارد هم جهت امتداد شمال و هم راستای امتداد تا کعبه برای محل های مختلف نمازگزار تغییر می کند.

در این نوشته روشی ساده و سریع برای تعیین قبله ارائه می شود. این روش با فرض این که زمین به شکل کره می باشد، امتداد قبله را با دقتی در حد چند درجه نشان می دهد. در صورتی که نیاز به تعیین امتداد قبله با دقت بالا داشته باشیم باید از مدل بیضوی برای زمین استفاده نموده و آزیموت قبله را با مدل های ریاضی پیچیده که در علم ژئودزی مطرح است محاسبه نمود.

تعیین قبله در روش پیشنهادی در دو مرحله صورت می گیرد :

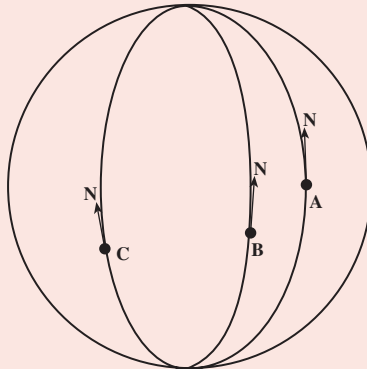
۱- تعیین امتداد شمال در محل

۲- تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال

الف - تعیین امتداد شمال در محل: امتداد شمال در هر نقطه در واقع

راستای نصف النهار گذرنده از آن نقطه به سمت قطب شمال (شمال جغرافیایی) می باشد. طبق شکل ۱۹-۵ امتداد شمال نقطه با تغییر محل تغییر می کند و در واقع نمی توان این

قطب شمال



شکل ۱۹-۵

قطب جنوب

امتدادها را موازی در نظر گرفت.

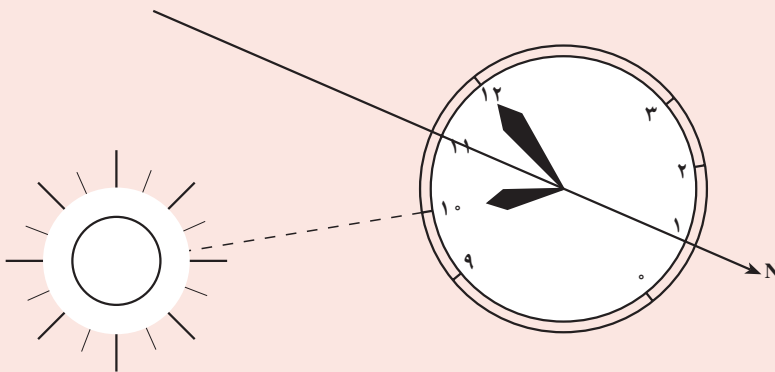
در این جا برای تعیین تقریبی امتداد شمال از یک ساعت مچی عقربه‌دار و محل خورشید در آسمان استفاده می‌کنیم.

برای این کار فقط به عقربه‌ی ساعت‌شمار نیاز داریم و کاری به عقربه‌ی دقیقه‌شمار نداریم. روش کار به این شرح است:

۱- ساعت را از میج دست باز کرده و در کف دست خود می‌گذاریم تا حرکت دادن آن آسان باشد.

۲- عقربه‌ی ساعت‌شمار را در جهت خورشید قرار می‌دهیم؛ یعنی، ساعت را که به‌طور افقی در کف دستمان گذاشته‌ایم آن قدر می‌چرخانیم تا نوک عقربه‌ی ساعت‌شمار به سمت خورشید قرار بگیرد، در شکل 20° - ۵ همان گونه که مشاهده می‌کنید در ساعت 10° صبح مشغول یافتن شمال جغرافیایی هستیم. ساعت را چرخانده‌ایم تا عقربه‌ی ساعت‌شمار در جهت خورشید قرار گرفته است.

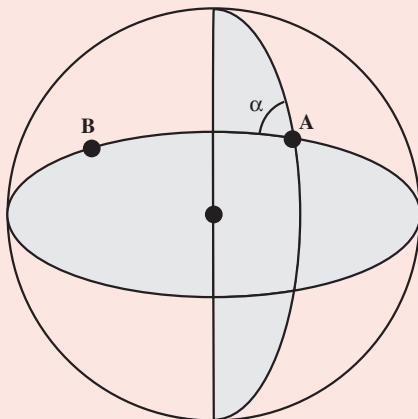
۳- زاویه‌ای را که عقربه‌ی ساعت‌شمار با عدد دوازده پدید آورده نصف می‌کنیم.



شکل 20° -۵

در این حالت، امتداد نیم‌ساز این زاویه، در واقع همان شمال جغرافیایی محل است. به این ترتیب، در هر ساعتی از روز «نیم‌ساز زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده»، امتداد شمال را نشان می‌دهد؛ به شرطی که عقربه‌ی ساعت‌شمار در جهت خورشید باشد.

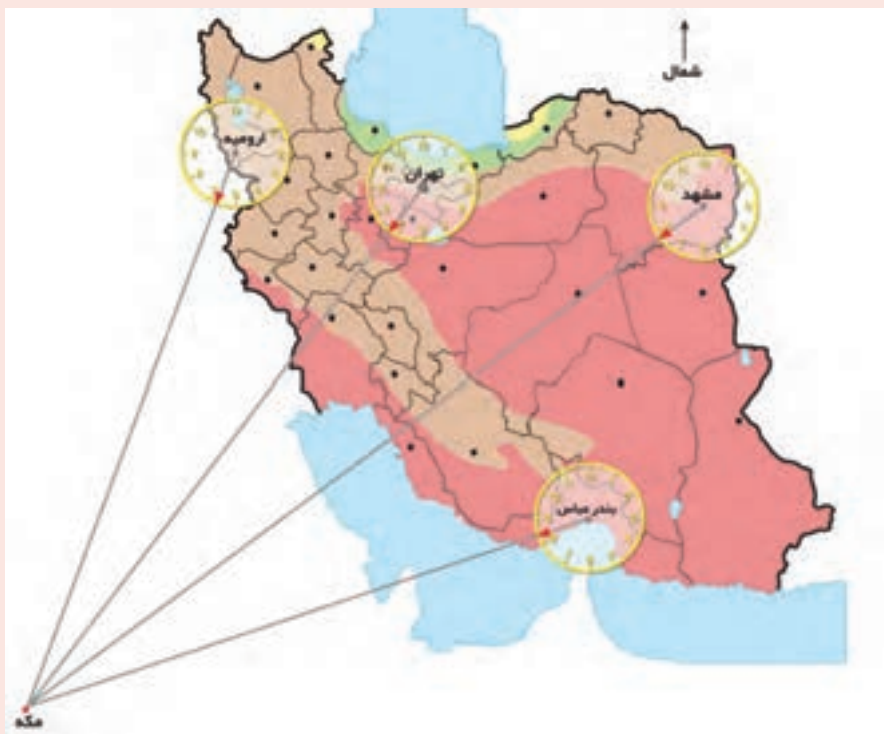
ب - تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال: منظور از تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال همان تعیین امتداد از محل نمازگزار تا کعبه می‌باشد. مطابق شکل ۲۱-۵ برای تعیین امتداد α از نقطه‌ی A به B صفحه‌ی گذرنده از سه نقطه A و B و مرکز کره را با صفحه‌ی نصف‌النهار گذرنده از نقطه‌ی A قطع داده و زاویه‌ی بین دو صفحه را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۲۱-۵- نحوه‌ی محاسبه‌ی آزیموت α بین نقاط A و B روی کره

اگر این زاویه را از درجه تبدیل به واحد ساعت عقربه‌ای کنیم یعنی 360° درجه را ۱۲ ساعت در نظر بگیریم آن گاه برای استان‌های مختلف در ایران با توجه به قرارگیری محل کعبه در راستای جنوب غربی کشور، مقادیر زاویه‌ی α در واحد ساعت مطابق شکل ۲۲-۵ به دست می‌آید.

برای تعیین امتداد قبله کافی است که عدد شکل ۲۲-۵ را به عدد ساعت از مرحله‌ی قبل اضافه کرد.



شکل ۲۲-۵

مطالعه آزاد

کار عملی

عنوان: یافتن قبله در یک محل

هدف: ایجاد مهارت و توان تعیین قبله در یک منطقه در روز وقتی که فقط

ساعت مچی در دسترس باشد.

وسایل مورد نیاز: یک ساعت مچی عقربه‌دار (غیر کامپیوتری)

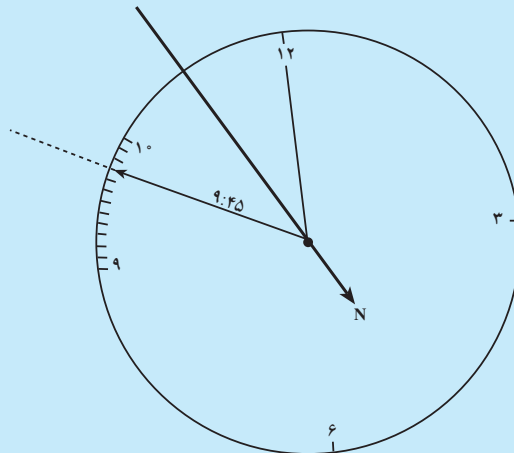
دانش و مهارت مورد نیاز: دانستن این که نیم‌ساز زاویه‌ی بین عقربه‌ی

ساعت‌شمار و ساعت دوازده جهت شمال جغرافیایی را نشان می‌دهد. در صورتی که

عقربه ساعت‌شمار در جهت خورشید باشد و در اختیار داشتن نقشه شکل ۲۳-۵.

روش کار

- ۱- عقربه‌ی ساعت‌شمار را در جهت خورشید بگیرید.
 - ۲- زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده را نصف کنید تا به جهت شمال بی‌برید.
 - ۳- برای انجام دقیق‌تر این کار می‌توانید بر روی تخته سه‌پایه، دایره‌ای بزرگ ترسیم کنید و هر ساعت آن را به ۱۲ قسمت تقسیم کنید، یعنی برای عقربه‌ی ساعت‌شمار، هر قسمت از محیط این دایره برابر با ۵ دقیقه است.
 - ۴- مثلاً در ساعت ۹ و ۴۵ دقیقه محل عقربه‌ی ساعت‌شمار در این ساعت، روی تخته سه‌پایه، به صورت شکل ۲۳-۵ خواهد بود.
 - ۵- امتداد نیم‌ساز این زاویه در جهت مخالف خورشید، امتداد شمال جغرافیایی محل موردنظر را نشان می‌دهد.
 - ۶- با توجه به محلی که در آن قرار داریم مقدار مربوطه در شکل ۲۲-۵ را به ساعت حاصل اضافه کرد. تا امتداد قبله به دست آید.
- در این جا چون محل نمازگزار در تهران بوده، ساعت $3^{\circ} 7'$ را به عدد $9:45$ اضافه کرده تا ساعت $15: 17$ به دست آید که همان $15: 5$ است. عدد عقربه در راستای $15: 5$ امتداد قبله را نشان می‌دهد.
- نیمساز بین ساعت $9:45$ و ساعت ۱۲



شکل ۲۳-۵

تعیین موقعیت نجومی (۱)

(Astronomical Positioning)



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل فراگیر باید

بتواند:

۱- نقش زمان در تعیین موقعیت و لزوم اندازه‌گیری آن

را توضیح دهد.

۲- انواع زمان را که در نقشه‌برداری اندازه‌گیری به کار

گرفته می‌شوند، نام ببرد.

۳- قانون اول کپلر را بیان کند.

۴- مقدار ثابت حرکت زمین به دور خورشید را با رسم

شکل محاسبه کند.

۵- طول نصف قطر بلند و کوتاه بیضی مسیر حرکت زمین به دور خورشید را

محاسبه کند.

۶- مقدار خارج از مرکزیت بیضی مسیر حرکت زمین به دور خورشید را

محاسبه کند.

۷- قانون دوم کپلر را با رسم شکل توضیح دهد.

۸- قانون سوم کپلر را با نوشتن رابطه‌ی مربوطه توضیح دهد.

۹- حرکت زمین به دور خودش (حرکت دورانی) را توضیح دهد.

۱۰- حرکت زمین به دور خورشید (حرکت انتقالی) را توضیح دهد.

۱۱- زمان متوسط خورشیدی را توضیح دهد.

۱۲- رابطه‌ی بین زمان جهانی و زمان خورشیدی یک محل را با ذکر مثال

توضیح دهد.

۱۳- زمان استاندارد کشورها را با رسم شکل توضیح دهد.

۱۴- زمان استاندارد ایران را توضیح دهد.

۱۵- زمان نجومی را تعریف کند.

۱۶- روز نجومی را تعریف کند.

۱۷- زمان اتمی را تعریف کند.

۱-۶- نقش زمان در تعیین موقعیت و انواع آن

در نقشه برداری تعداد بسیاری کمیت‌های فیزیکی و هندسی وجود دارد که نسبت به زمان تقریباً ثابت بوده آن‌ها را اندازه‌گیری می‌کنیم. زوایای افقی و قرائت امتداد بین نقاط زمینی یکی از اندازه‌گیری‌هایی است که با تئودولیت‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری دیگر، فاصله‌ی فضایی بین دو نقطه‌ی زمینی است که با وسایل مختلف مانند متر و دستگاه‌های طول‌یاب الکترونیکی صورت می‌گیرد.

نوع سوم اندازه‌گیری، اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع و زوایای قائم بین نقاط زمینی است. برخی مشاهدات در نقشه‌برداری نیز نسبت به زمان در حال تغییر هستند؛ مانند فاصله‌ی نقاط زمینی تا ماهواره، فاصله‌ی نقاط زمینی تا ماه، زاویه‌ی قائم و زاویه‌ی افق بین نقاط زمینی و ستارگان، هم چنین جاذبه و تغییرات آن^۱. همه‌ی این مشاهدات اخیر وابسته به زمان بوده و بنابراین، در تعیین موقعیت با استفاده از این مشاهدات حتماً باید زمان اندازه‌گیری گردد.

برای اندازه‌گیری‌هایی با دقت خیلی زیاد در پریودهای زمانی مختلف، حتی اگر مشاهدات نخست را دوباره اندازه‌گیری کنیم متوجه می‌شویم آن‌ها نیز نسبت به زمان در حال تغییر هستند؛ یعنی وقتی مختصات یک نقطه در زمین، مشخص می‌گردد (x و y و z) این مختصات برای همیشه گویای موقعیت نقطه‌ی مذکور نیست و به یقین نسبت به زمان تغییر می‌کند؛ بر این اساس، ضروری است که زمان نیز به عنوان پارامتر چهارم تعیین موقعیت، در نظر گرفته شود (t و z و y و x).

اما به‌راستی «زمان» چیست؟ البته هر روز با زمان سروکار داریم ولی شاید نتوانیم تعریف دقیقی از آن به‌دست دهیم. ما می‌توانیم سپری شدن زمان را حس کنیم و آن را اندازه بگیریم. اما چگونه می‌توان آن را تعریف نمود؟ در حقیقت فاصله‌ی زمانی یک پدیده‌ی پریودیک است که ما اندازه‌گیری می‌کنیم. وسایل اندازه‌گیری زمان عبارت‌اند از: ساعت، کرنومتر، کرنوگراف و مانند آن.

واحدهای اندازه‌گیری زمان، «ساعت» با علامت «h» (Hour) و «دقیقه» با علامت «m» (Minutes) و «ثانیه» با علامت «s» (Second) است.

^۱ - gravity and gravity differences

بنابراین :

$$1^{(h)} = 6^{\circ}m$$

$$1^{(m)} = 6^s$$

زمان‌هایی که در نقشه برداری اندازه‌گیری و به کار گرفته می‌شوند عبارت‌اند از :

۱- زمان خورشیدی^۱

۲- زمان استاندارد^۲

۳- زمان نجومی^۳

۴- زمان اتمی^۴

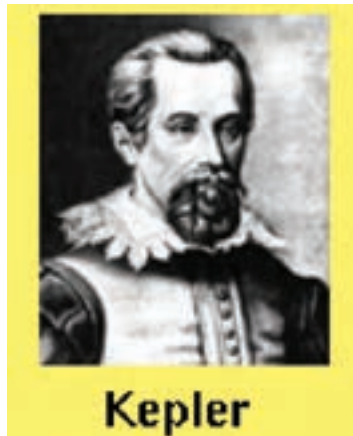
برای درک زمان‌ها لازم است قبلاً حرکات سیارات به دور خورشید مورد بررسی قرار گیرد.

از آن‌جا که حرکات سیارات از قوانین کپلر تبعیت می‌کند بنابراین در این‌جا قوانین کپلر را مورد بحث قرار می‌دهیم.

۲-۶- قوانین کپلر

دانشمند آلمانی به نام «کپلر»^۵ در سال‌های ۱۵۷۱ تا ۱۶۳۰ میلادی سه قانون اساسی درباره‌ی

سیارات بیان کرد که امروزه حتی در پرتاب ماهواره‌ها و غیره از آن قوانین استفاده می‌کنند.



شکل ۱-۶

۱- Solar time

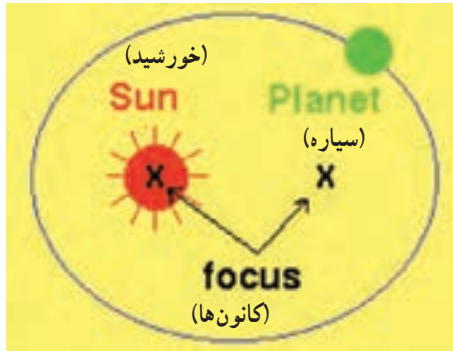
۲- Sidereal time

۵- Johannes Kepler

۲- Zane Time

۴- Atomic time

قانون اول کپلر: مدار حرکت تمامی سیارات دایره نیست، بلکه بیضی است که خورشید در یکی از کانون‌های آن واقع است.



شکل ۲-۶- مدار حرکت سیارات به دور خورشید

آیا می‌دانید؟



یادآوری: خواص بیضی :

۱- در هر بیضی دو نقطه به عنوان کانون وجود دارد و بیضی مکان هندسی نقاطی است که مجموع فواصل آن نقاط از کانون‌ها مقداری ثابت است.

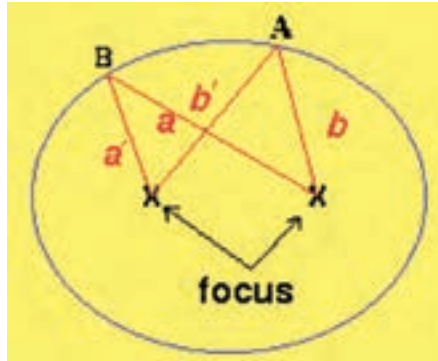
$$\text{ثابت} = a + b = a' + b'$$

۲- مقدار خارج از مرکزیت یکی دیگر از مشخصه‌های بیضی است که براساس رابطه‌ی زیر

محاسبه می‌شود :

خارج از مرکزیت $e =$ نصف قطر کوتاه بیضی $b =$

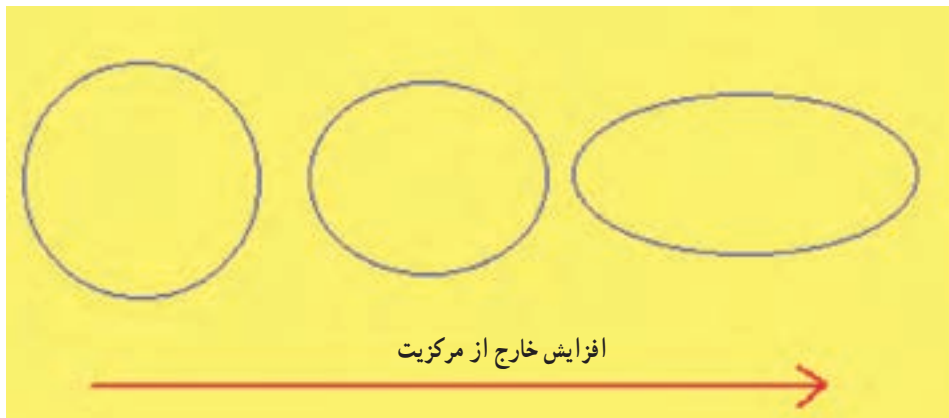
$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad a = \text{نصف قطر بلند بیضی}$$



شکل ۳-۶ - بیضی و خاصیت آن

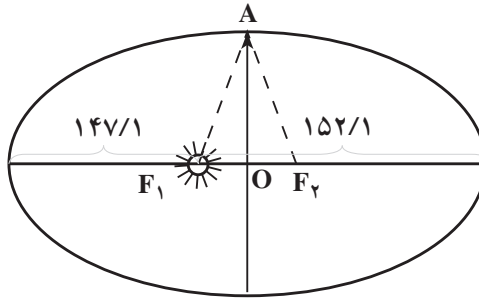
در شکل ۴-۶، از چپ به راست بیضی‌ها با خارج مرکزیت‌های متفاوت، نشان داده شده

است.



شکل ۴-۶ - خارج از مرکزیت

براساس قانون اول کپلر، خورشید در مرکز مدار حرکت سیارات واقع نیست و این مشخص است که به‌طور پیوسته فاصله‌ی سیارات تا خورشید در حال تغییر است؛ برای نمونه، فاصله‌ی زمین تا خورشید مقدار ثابتی نبوده و زمانی دارای کم‌ترین مقدار (۱/۱۴۷ میلیون کیلومتر) و زمانی دارای بیش‌ترین مقدار (۱/۱۵۲ میلیون کیلومتر) است. (به ضمیمه‌ی ۱ توجه کنید.)



شکل ۵-۶

مثال: با توجه به اعداد یادشده به این سوالات پاسخ دهید:

الف - مقدار ثابت مدار حرکت زمین به دور خورشید را محاسبه کنید.

$$\text{میلیون کیلومتر } 299/2 = 147/1 + 152/1 = \text{مقدار ثابت}$$

ب - طول نصف قطر بلند و کوتاه بیضی مسیر حرکت زمین به دور خورشید را محاسبه کنید.

$$\text{میلیون کیلومتر فاصله‌ی بین دو کانون بیضی } 5 = 152/1 - 147/1$$

$$\text{میلیون کیلومتر فاصله‌ی هر کانون از مرکز بیضی } 2/5 = 5 \div 2$$

$$\text{میلیون کیلومتر نصف قطر بزرگ تر } 149/6 = 147/1 + 2/5$$

و اما برای محاسبه‌ی قطر کوتاه بیضی فرض می‌کنیم زمین در نقطه‌ی A باشد در آن صورت، مجموع فاصله‌ی A از کانون‌ها برابر مقدار ثابت است:

$$\text{میلیون کیلومتر } 299/2 = AF_1 + AF_2 \text{ و } AF_1 = AF_2$$

$$\text{میلیون کیلومتر } 149/6 = AF_1 = AF_2$$

$$\text{میلیون کیلومتر } 149/579 \cong b = \sqrt{149/6^2 - 2/5^2}$$

پس

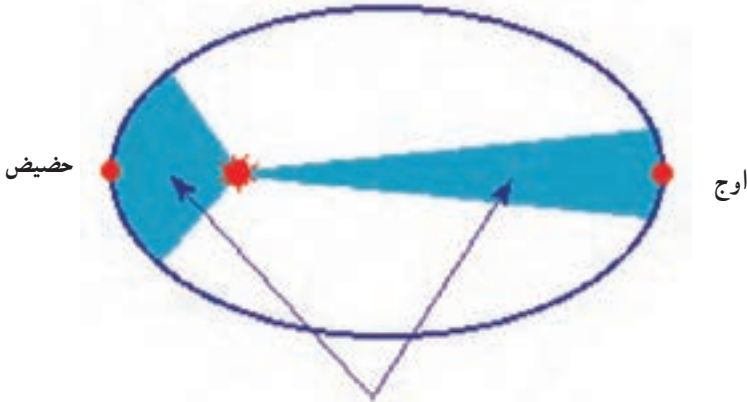
ج - مقدار خارج از مرکزیت بیضی مسیر حرکت زمین به دور خورشید را محاسبه کنید:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \Rightarrow e^2 = \frac{(149/6)^2 - (149/579)^2}{(149/6)^2} = 2/79 \times 10^{-4}$$

$$e = 0/0167 \text{ خارج مرکزیت}$$

قانون دوم کپلر: سیارات در مسیر حرکت خود به دور خورشید مساحت‌های مساوی را در

زمان‌های مساوی جاروب می‌کنند.



شکل ۶-۶ — قانون دوم کپلر را نشان می‌دهد. نقطه‌ی حضیض نزدیک‌ترین وضعیت زمین نسبت به خورشید در حرکت سالیانه و نقطه‌ی اوج دورترین وضعیت زمین نسبت به خورشید است.

این موضوع لازمه‌اش این است که سرعت حرکت سیارات در قسمتی که نسبت به خورشید دورتر است کندتر و در قسمت‌هایی که به خورشید نزدیک‌تر است تندتر باشد. آیا می‌توانید این موضوع را براساس قانون جاذبه‌ی نیوتن و نیروی گریز از مرکز تشریح کنید؟
قانون سوم کپلر: نسبت توان دوم پریود^۱ حرکت سیارات برای دو سیاره متفاوت برابر نسبت توان سوم قطر اطول بیضی مسیر حرکتشان است.

$$T_1 = \text{پریود حرکت سیاره‌ی شماره‌ی ۱}$$

$$T_2 = \text{پریود حرکت سیاره‌ی شماره‌ی ۲}$$

$$a_1 = \text{نصف قطر اطول مسیر حرکت سیاره‌ی ۱}$$

$$a_2 = \text{نصف قطر اطول مسیر حرکت سیاره‌ی ۲}$$

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = \text{مقدار ثابت} \quad \Rightarrow \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

طبق قانون سوم کپلر است که برای مثال عطارد نزدیک‌ترین سیاره به خورشید دارای پریود ۸۸ روز بوده پلوتون دورترین سیاره دارای پریود حرکت ۲۴۸ سال است (مراجعه شود به ضمیمه‌ی ۱).

۱- پریود حرکت هر سیاره مدت زمانی است که آن سیاره در مسیر حرکت خود به دور خورشید یک دور کامل می‌زند؛ برای مثال، پریود حرکت سیاره‌ی زمین تقریباً ۳۶۵/۲۵ روز است.

آیا می دانید که اگر فردی پنجاه ساله در زمین، برای مثال در سیاره‌ی عطارد زندگی می کرد سنی برابر $۲۰۷/۶^۰$ سال داشت و اگر در سیاره‌ی پلوتون زندگی می کرد سن او $۲/۴$ ماه می شد.

مثال: با فرض این که پیوند حرکت عطارد ۸۸ روز و پیوند حرکت زمین $۳۶۵/۲۵$ روز و نصف قطر بلند مسیر حرکت زمین به دور خورشید $۱۴۹/۶$ میلیون کیلومتر باشد، نصف قطر بلند مسیر حرکت عطارد را محاسبه کنید.

$$\frac{T^2 \text{ زمین}}{a^3 \text{ زمین}} = \frac{T^2 \text{ عطارد}}{a^3 \text{ عطارد}} = \text{مقدار ثابت} = \frac{۳۶۵/۲۵^2}{۱۴۹/۶^3} = \frac{۸۸^2}{a^3}$$

میلیون کیلومتر $۵۷/۹۲ = \text{عطارد } a$

آیا می دانید؟



خیام در اواسط عمر به اصفهان رفت
و مدت ۱۸ سال در آن جا اقامت گزید و با حمایت ملک شاه سلجوقی و وزیرش نظام الملک، به همراه جمعی از دانشمندان و ریاضیدانان معروف زمانه خود، در رصدخانه ای که به دستور ملکشاه تأسیس شده بود، به انجام تحقیقات نجومی پرداخت. حاصل این تحقیقات اصلاح تقویم رایج در آن زمان و تنظیم تقویم جلالی (لقب سلطان ملکشاه

سلجوقی) بود. در تقویم جلالی، سال شمسی تقریباً برابر با ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه است. سال دوازده ماه دارد ۶ ماه نخست هر ماه ۳۱ روز و ۵ ماه بعد هر ماه ۳۰ روز و ماه آخر ۲۹ روز است هر چهار سال، یک سال را کبیسه می خوانند که ماه آخر آن ۳۰ روز است و آن سال ۳۶۶ روز است، در تقویم جلالی هر پنج هزار سال یک روز اختلاف زمان وجود دارد در صورتی که در تقویم گریگوری هر ده هزار سال سه روز اشتباه دارد.

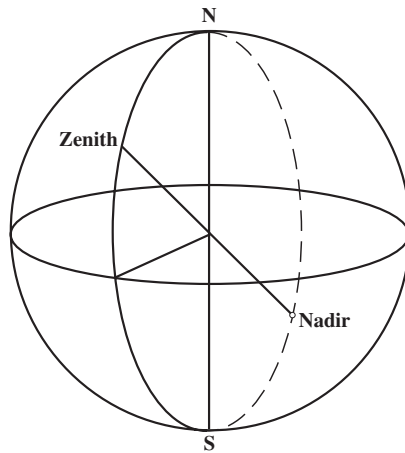
۳-۶- انواع زمان

۳-۶-۱- زمان خورشیدی: برای درک زمان خورشیدی لازم است که حرکات زمین را بشناسیم. کره‌ی زمین به طور کلی دارای دو حرکت اصلی در فضا است:

۱- حرکت دورانی ۲- حرکت انتقالی

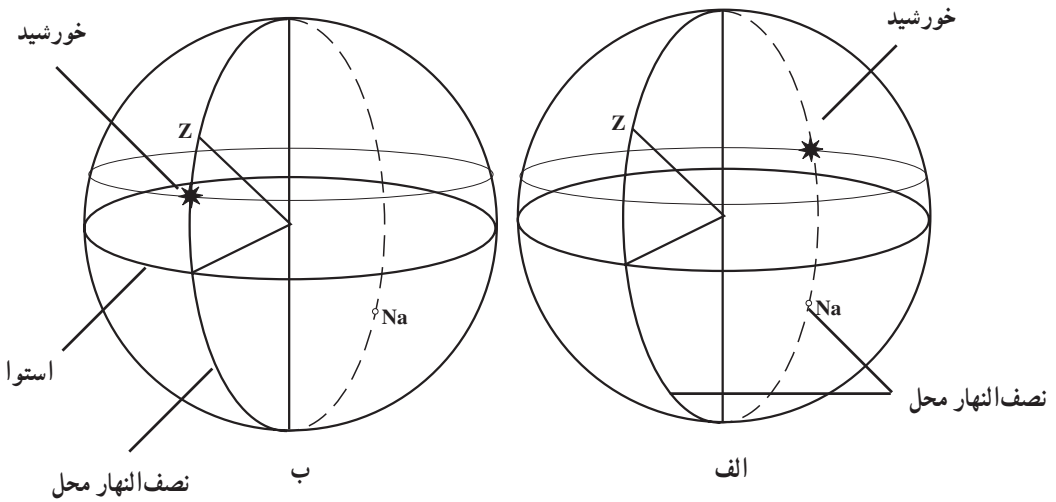
۱- حرکت دورانی: زمین حول یک محور دورانی که از قطب شمال و جنوب کره‌ی زمین عبور می‌کند - در خلاف حرکت عقربه‌های ساعت با سرعتی برابر $10^{-5} \times 7/29$ رادیان بر ثانیه - در حال دوران است. این حرکت موجب پیدایش شب و روز در کره‌ی زمین می‌شود. به این حرکت در اصطلاح «حرکت روزانه» نیز گفته می‌شود.

۲- حرکت انتقالی: زمین غیر از حرکت دورانی به دور خورشید نیز می‌چرخد. این حرکت نیز سبب پیدایش سال می‌شود و به آن «حرکت سالانه» نیز می‌گویند.



شکل ۶-۷

زمان خورشیدی یک محل مدت زمانی است که خورشید از نصف النهار آن محل عبور کرده باشد. البته باید توجه نمود که خورشید دو بار از نصف النهار یک محل عبور می‌کند (شکل ۶-۸). به طور کلی صفحه‌ی نصف النهار هر محلی با محور دورانی به دو قسمت تقسیم می‌گردد که عبارت‌اند از: «نیمه‌ی سمت الرأسی» (قسمتی که شامل N و S است) و دیگری «نیمه‌ی سمت القدمی» (شامل Na و S و N) (شکل ۶-۷).



شکل ۸-۶

شروع زمان نجومی از لحظه‌ای است که خورشید از نیمه‌ی سمت‌القدمی نصف‌النهار محل عبور می‌کند. در شکل ۸-۶ الف ساعت صفر خورشیدی و در شکل ۸-۶ ب ساعت ۱۲ خورشیدی نشان داده شده است.

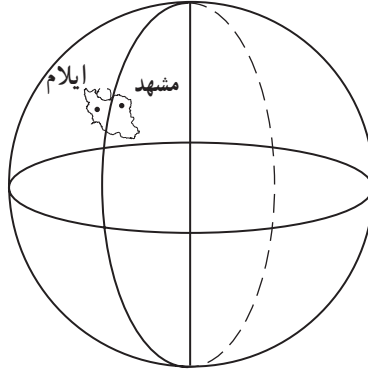
فاصله‌ی زمانی بین دو عبور متوالی خورشید از نیمه‌ی سمت‌القدمی نصف‌النهار محل را «روز خورشیدی» گویند. زمان خورشیدی را به‌طور خلاصه برای هر محل با «L.M.T» مشخص می‌کنند.

همان‌گونه که از تعریف زمان خورشیدی محل مشخص گردید هر محلی دارای یک زمان خورشیدی است؛ برای مثال، اگر زمان خورشیدی در محل ما 11^h باشد (یعنی 11^h است که خورشید از نیمه‌ی سمت‌القدمی نصف‌النهار محل ما عبور کرده) در آن صورت در یک محل دیگر در همان لحظه، زمان خورشیدی عدد دیگری خواهد بود.

پرسش: وقتی زمان خورشیدی در نقطه‌ای از تهران ۱۴ باشد در شهرستان مشهد زمان خورشیدی جلوتر از ۱۴ است یا عقب‌تر از آن؟ در شهر ایلام چطور؟

با توجه به این پرسش، محل مورد نظر اگر در شرق محل ما باشد زمان خورشیدی آن جلوتر از زمان خورشیدی محل ما در یک لحظه است و اگر در غرب محل ما باشد زمان خورشیدی آن عقب‌تر از زمان خورشیدی محل ما است. به شکل ۹-۶ توجه کنید. وقتی خورشید ۱۴ ساعت است که از

نیمه‌ی سمت‌القدمی نصف‌النهار تهران عبور کرده در آن صورت، قبل از آن از نصف‌النهار مشهد عبور کرده بوده، یعنی زمان خورشیدی در آن لحظه، برای مثال در مشهد ۱۴/۵ بوده در حالی که در آن لحظه‌ای که خورشید از نصف‌النهار تهران می‌گذشته هنوز از نصف‌النهار ایلام نگذشته بوده است؛ بر این اساس، در همان لحظه که در محلی از تهران زمان خورشیدی ۱۴ بوده این زمان در ایلام ۱۳/۵ بوده است.



شکل ۹-۶

حال اگر به زمان خورشیدی گرینویچ توجه کنیم، ایران در شرق گرینویچ واقع است (مانند وضعیت مشهد نسبت به تهران)؛ بنابراین، زمان خورشیدی محل ما (ایران) جلوتر از زمان خورشیدی گرینویچ خواهد بود. زمان خورشیدی گرینویچ را با «G.M.T» نشان می‌دهند و البته آن را به صورت یک زمان جهانی پذیرفته‌اند و به همین دلیل آن را با U.T^۱ نیز مشخص می‌کنند.

با توجه به این موضوع که یک دوران کامل زمین یعنی دوران 360° معادل یک روز یعنی ۲۴ ساعت می‌باشد هر ساعت معادل $\frac{360^\circ}{24}$ ، یعنی 15° می‌باشد. رابطه‌ی بین زمان جهانی و زمان خورشیدی یک محل با توجه به تعاریف قبلی به این صورت خواهد بود:

$$LMT = UT + \lambda/15$$

مثال: زمان خورشیدی را برای محلی که طول نجومی آن 51° شرقی، در لحظه‌ای که زمان جهانی 10° ساعت است محاسبه کنید.

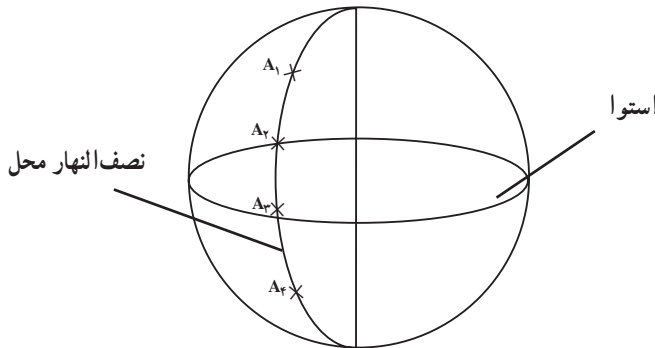
۱- Greenwich Mean Time

۲- Universal Time

$$LMT = 1^{\circ}h + \frac{51}{15} = 13^{\circ}h 24^m$$

مفهوم این مطلب آن است که هرگاه خورشید 1° ساعت از نصف النهار گرینویچ گذشته باشد در همان لحظه 13 ساعت و 24 دقیقه بوده که از نصف النهار محلی با 51° عبور کرده بوده است. پرسش: در چه جهتی باید جابه‌جا شویم تا زمان خورشیدی تغییر نکند؟ در چه جهتی بیش‌ترین تغییرات زمان خورشیدی رخ می‌دهد؟

اگر بر روی یک نصف النهار حرکت کنیم زمان خورشیدی برای تمام نقاط آن نصف النهار یکسان بوده همه‌ی آن نقاط در یک لحظه دارای یک زمان خورشیدی خواهند بود. برای تمام مناطق A_1, A_2, A_3, A_4 و A_5 ... زمان خورشیدی یکسان است. پس اگر شما در جهت شمال و جنوب محل خودتان جابه‌جا شوید تغییری در زمان خورشیدی محلی احساس نخواهید کرد.

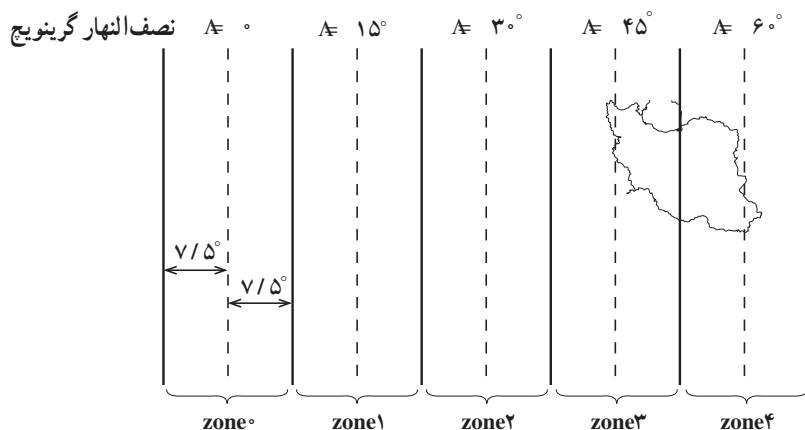


شکل ۱۰-۶

حال اگر در جهت عمود بر نصف النهار جابه‌جا شویم بیش‌ترین تغییر در زمان خورشیدی پدید می‌آید. حال، سؤال این است چرا رادیو یا تلویزیون کشور ما یک ساعت مشخصی را برای تمام نقاط ایران اعلام می‌کند و همه‌ی افراد ساعت‌ها را براساس آن تنظیم می‌کنند؟

۲-۳-۶- زمان استاندارد: با در نظر گرفتن تعاریف یاد شده برای زمان خورشیدی نتیجه می‌گیریم که حتی چند قدمی محل سکونت ما نیز - غیر از محل‌هایی که روی نصف النهار محل سکونت ما هستند - دارای زمان خورشیدی متفاوت از زمان خورشیدی محل سکونت ما هستند. پس این زمانی که سراسر کشور با آن کار می‌کنند L.M.T نیست، بلکه زمان استاندارد است که آن را با Z.T^۱ نشان می‌دهند.

برای زمان استاندارد، کره‌ی زمین را به قاج‌های 15° تقسیم می‌کنند. نحوه‌ی تقسیم‌بندی هم بدین صورت است که نصف‌النهار گرینویچ را در نظر گرفته $7/5^\circ$ سمت چپ و $7/5^\circ$ سمت راست آن در اصطلاح zone 0 نام دارد. کلیه‌ی کشورهایی که در داخل این قاج قرار می‌گیرند، زمان استاندارد آن‌ها را نسبت به نصف‌النهار گرینویچ (0°) تنظیم می‌کنند. زمان در برخی کشورها مانند زمان جهانی است؛ یعنی با زمان گرینویچ یکسان هستند و کشورهایی نیز هستند که با زمان جهانی یک ساعت اختلاف زمانی دارند و ... کشور ایران هم یک حالت خاصی دارد. نصف کشور ما داخل قاج شماره‌ی ۳ قرار دارد؛ یعنی این قسمت از کشورمان ۳ ساعت جلوتر از زمان جهانی است. درحالی‌که نصف دیگر کشورمان در قاج شماره‌ی ۴ واقع است؛ یعنی ۴ ساعت اختلاف زمانی با گرینویچ دارد (شکل ۱۱-۶). برای این که دو ساعت متفاوت در کشورمان نباشد به‌طور قراردادی اختلاف زمانی $3/5$ ساعت را برای کشورمان در نظر گرفتند؛ از این رو، کشور ما اختلاف زمانی $3/5$ ساعت با زمان جهانی دارد.



شکل ۱۱-۶

مثال: در ایران، رادیو ساعت ۱۴ را اعلام می‌کند؛ حال در همان لحظه در گرینویچ ساعت

$$\begin{aligned}
 U.T &= Zt - 3/5^h && \text{چند است؟} \\
 &= 14 - 3/5 && \text{زمان جهانی} \\
 &= 10/5 \text{ ساعت}
 \end{aligned}$$

در شکل ۱۲-۶ وضعیت زمان استاندارد را در کشورهای مختلف، هم چنین محدودی قاجها را به طور کامل مشاهده می کنید.



شکل ۱۲-۶- زمان مناطق مختلف جهان را وقتی که زمان جهانی ۱۱ ساعت بوده نشان می دهد.

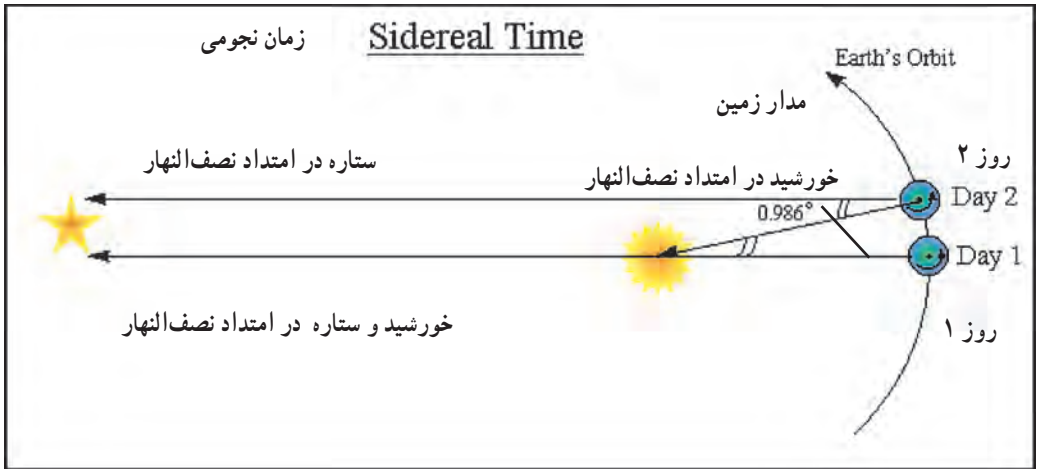
موضوع دیگری که باید بدان توجه نمود این است که برخی کشورها از جمله ایران، در فصل های مختلفی از سال ساعت ها را جلو یا عقب می کشند و این موضوع تغییر اختلاف بین Z.T و زمان جهانی را سبب می شود. در کشور ما در اوّل بهار ساعت ها را ۱ ساعت جلو می کشند؛ سپس در اوّل مهرماه ساعت ها را به همان وضعیت قبلی برمی گردانند. پس اختلاف زمانی بین زمان کشور ما و زمان جهانی در شش ماهه ی اوّل سال ۴/۵ ساعت بوده در شش ماهه ی دوّم سال ۳/۵ ساعت است. پرسش: وقتی رادیو در کشورمان در نیمه ی دوم سال، ساعت ۱۴ را اعلام می کند. گویای این مطلب است که خورشید ۱۴ ساعت است که از نیمه ی سمت القدمی نصف النهاری گذشته است. حال، بگویید که از کدام نصف النهار عبور کرده است؟

نصف النهار استاندارد کشور ما ۵۲/۵° E، یعنی، زمان استاندارد کشور ما بیانگر عبور خورشید از نیمه سمت القدمی نصف النهار ۵۲/۵° است.

پرسش: زمان خورشیدی محلی (L.M.T) چه محلی از کشورمان با زمان استاندارد برابر است؟
 ۳-۶- زمان نجومی: زمان نجومی به مدت زمانی گفته می شود که هر ستاره، به جز خورشید، از نیمه ی سمت الرأسی نصف النهار محل عبور کرده باشد. این زمان را به طور مختصر با LST^۱ نشان می دهند.

^۱ Local Sidereal Time

فاصله‌ی زمانی بین دو عبور متوالی یک ستاره‌ی مشخص از نصف‌النهار محل را یک «روز نجومی» گویند. در شکل ۱۳-۶، یک روز نجومی به همراه اختلاف آن با یک روز خورشیدی نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۶- زمان نجومی

نزدیک‌ترین ستاره به جز خورشید، حدود چهار سال نوری، از ما فاصله دارد؛ یعنی، فاصله‌ای حدود:

$$۴ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ \times ۳۰۰۰۰۰۰ = ۳ / ۷۸۴۳۲ \times ۱۰^{۱۳} \text{ کیلومتر}$$

در حالی که فاصله‌ی ما از خورشید به‌طور ماکزیمم در طول سال برابر ۱.۵۲۱×۱۰^۸ کیلومتر است که مقدار بسیار ناچیزی در مقابل فاصله‌ی ما تا ستارگان دیگر است و به همین دلیل در هر جای مسیر حرکت زمین به دور خورشید امتداد هر ستاره‌ای را می‌توان موازی فرض نمود؛ پس یک روز نجومی به‌طور دقیق از دوران ۳۶° زمین به دور محور خودش حاصل می‌گردد، اما با توجه به نزدیکی خورشید به زمین برای یک روز خورشیدی زمین باید مقداری بیش‌تر از ۳۶° دوران داشته باشد تا یک روز خورشیدی تمام گردد. این میزان اضافه‌ی دوران‌ها در طول یک سال (۳۶۵/۲۵) روز خورشیدی برابر ۳۶° است پس برای هر روز برابر $۰/۹۸۶^\circ$ خواهد بود:

$$۳۶۰ \div ۳۶۵ / ۲۵ = ۰ / ۹۸۶^\circ$$

پرسش: روز خورشیدی طولانی‌تر از روز نجومی است یا کوتاه‌تر از آن؟ چه قدر؟

$$۰ / ۹۸۶^\circ \div ۱۵ = ۰^h . ۳^m ۵۶^s / ۶^s \quad \Leftarrow \quad \text{پس ۲۴ ساعت خورشیدی به میزان}$$

بلندتر از ۲۴ ساعت نجومی است.
تمرین: جاهای خالی را پر کنید.

نجومی $1 = \square^h$ و \square^m ساعت خورشیدی

نجومی $1 = \square^m$ و \square^s دقیقه خورشیدی

نجومی $1 = \square^s$ ثانیه خورشیدی

۴-۳-۶- زمان اتمی: هر سه زمان یاد شده وابسته به دَوَران زمین است و با توجه به تغییر سرعت دورانی زمین، آن زمان‌ها همگی نامنظم بوده همین امر در نجوم و حتی در تعیین موقعیت ماهواره‌ای مشکل‌ساز خواهد بود؛ از این رو، لازم بود که زمانی تعریف شود که مستقل از حرکات دورانی زمین باشد. به همین سبب در سال ۱۹۶۷ میلادی در یک کمیته‌ی جهانی زمان اتمی مطرح و ثانیه‌ی اتمی براساس نوسانات اتم سزیم ۱۳۳ تعریف گردید. براساس تصمیم این کمیته، هر ثانیه‌ی اتمی برابر $9,192,631,770$ بار نوسانات اتم سزیم ۱۳۳ است. این زمان به وسیله‌ی علائم رادیویی با فرستنده‌های مختلفی ارسال می‌گردد. در ایران نیز این زمان به راحتی از فرستنده‌ی RWM مسکو دریافت می‌گردد و ساعت‌ها و کرنومترها را براساس آن تنظیم می‌کنند. به طور اختصار زمان اتمی را با IAT (International Atomic Time) نشان می‌دهند.

خودآزمایی

- ۱- نقش زمان در تعیین موقعیت و لزوم اندازه‌گیری آن را توضیح دهید.
- ۲- انواع زمان را که در نقشه‌برداری اندازه‌گیری و بکار گرفته می‌شوند، نام ببرید.
- ۳- قانون اول کپلر را بیان کنید.
- ۴- مقدار ثابت حرکت زمین به دور خورشید را با رسم شکل محاسبه کنید.
- ۵- طول نصف قطر بلند و کوتاه بیضی مسیر حرکت زمین به دور خورشید را محاسبه کنید.
- ۶- مقدار خارج از مرکزیت بیضی مسیر حرکت زمین به دور خورشید را محاسبه کنید.
- ۷- قانون دوم کپلر را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۸- قانون سوم کپلر را با نوشتن رابطه‌ی مربوطه توضیح دهید.
- ۹- حرکت زمین به دور خودش (حرکت دورانی) را توضیح دهید.
- ۱۰- حرکت زمین به دور خورشید (حرکت انتقالی) را توضیح دهید.
- ۱۱- زمان متوسط خورشیدی را توضیح دهید.
- ۱۲- رابطه‌ی بین زمان جهانی و زمان خورشیدی یک محل را با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۱۳- زمان استاندارد کشورها را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۱۴- زمان استاندارد ایران را توضیح دهید.
- ۱۵- زمان نجومی را تعریف کنید.
- ۱۶- روز نجومی را تعریف کنید.
- ۱۷- زمان اتمی را تعریف کنید.

تعیین موقعیت نجومی (۲)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ۱- ستاره را تعریف کرده واحد اندازه‌گیری فاصله‌ی ستارگان را توضیح دهد.
- ۲- نجوم محض و نجوم موضعی را تعریف کند.
- ۳- سیاره را تعریف کند.
- ۴- سیارات منظومه‌ی شمسی را به ترتیب نزدیکی به خورشید نام ببرد.
- ۵- قمر طبیعی را تعریف کرده تعداد اقمار طبیعی کره‌ی زمین و کره‌ی مشتری را نام ببرد.

۶- قمر مصنوعی را تعریف کند.

۷- سه فرق سیارات و ستارگان را به‌طور خلاصه بیان کند.

۸- کره‌ی سماوی را با رسم شکل تعریف کند.

۹- سمت الرأس و سمت القدم را در کره‌ی سماوی تعریف کند.

۱۰- محور دورانی عالم را با رسم شکل تعریف کند.

۱۱- صفحه‌ی استوای سماوی را تعریف کند.

۱۲- صفحه‌ی اکلیپتیک را با رسم شکل تعریف کرده، زاویه‌ی آن با صفحه‌ی

استوا را بیان کند.

۱۳- خط اعتدالین را تعریف کند.

۱۴- نقاط اعتدالین را تعریف کند.

۱۵- روش تعیین عرض نجومی تقریبی یک محل را با استفاده از ستاره‌ی

قطبی شرح دهد.

۷-۱- تعیین موقعیت با استفاده از وضعیت ستارگان

۷-۱-۱- تعاریف مقدماتی

۱- ستاره: در نقشه برداری برای تعیین موقعیت یک نقطه می توان از وضعیت ستارگان و دیگر اجرام سماوی نیز استفاده نمود که این موضوع از دیرباز سابقه داشته است. ستارگان مجموعه ای از اجرام سماوی هستند که آن ها را در منظومه ی شمسی به صورت جرم سماوی ثابت می شناسیم، آن ها را نقاط ثابت مختصات دار در نظر می گیریم، هر چند که ستارگان نیز به همراه منظومه ی شمسی در حال حرکت هستند. فواصل ستارگان از کره ی زمین را با واحدی به نام سال نوری می سنجند.

یک سال نوری مسافتی است که نور در یک سال می پیماید و با توجه به این که سرعت نور تقریباً 300000 کیلومتر بر ثانیه است، پس یک سال نوری برابر خواهد بود با:

$$3000000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 = 9,460,800,000,000 \text{ کیلومتر}$$

نزدیک ترین ستارگان نسبت به کره ی زمین، به جز خورشید، ۴ سال نوری فاصله دارند؛ یعنی حدود $3/7 \times 10^{13}$ کیلومتر.

مثال ۱: شعاع کره ی زمین چه نسبتی از یک فاصله ی سال نوری است؟

$$\frac{6400}{4 \times 9/4608 \times 10^{13}} = \frac{1}{5/913 \times 10^9} \cong 1/69 \times 10^{-10}$$

* توجه کنید که ابعاد کره ی زمین، حتی در مقابل نزدیک ترین ستارگان بسیار ناچیز است.

مثال ۲: می دانیم فاصله ی زمین تا خورشید حدود 152100000 کیلومتر است. این فاصله را بر اساس سال نوری بیان کنید.

$$\frac{152100000}{94608000000000} = 1/6 \times 10^{-5} \text{ سال نوری}$$

$$1/6 \times 10^{-5} \times 365 = 0/005868 \text{ روز نوری}$$

$$0/005868 \times 24 = 0/140833 \text{ ساعت نوری}$$

$$0/140833 \times 60 = 8/45 \text{ دقیقه ی نوری}$$

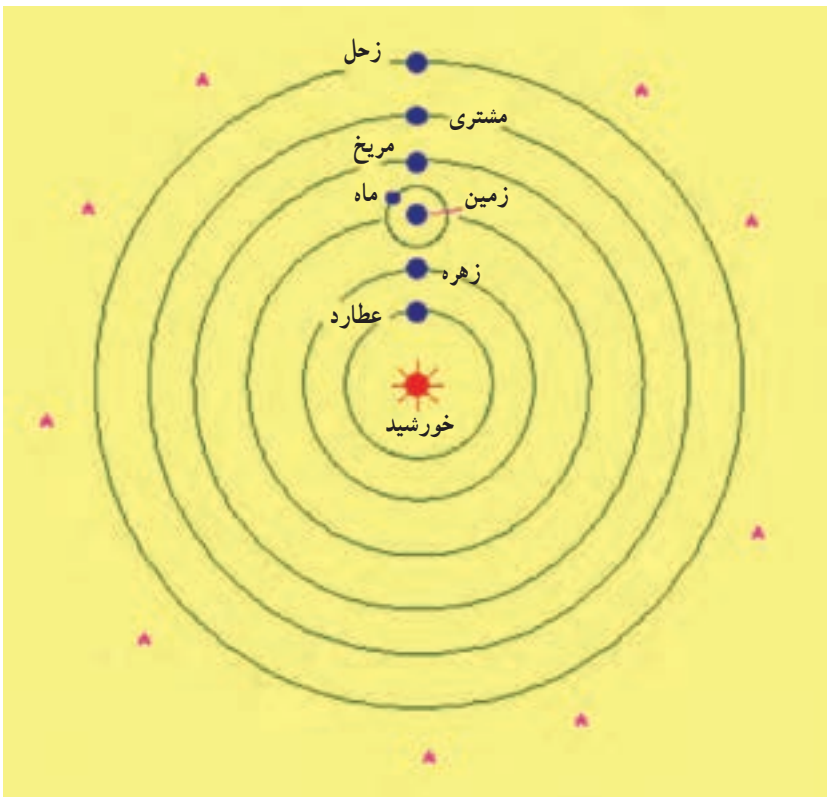
بنابراین، فاصله ی ما از خورشید حدود $8/5$ دقیقه ی نوری است.

۲- نجوم: به علمی که با آن ماهیت ستارگان را بررسی می کنند «علم نجوم محض» می گویند.

حال، اگر این بررسی ها درباره ی موضع و موقعیت ستارگان باشد به آن «نجوم موضعی» گویند. در

نقشه‌برداری با موقعیت ستارگان کار داریم؛ به این صورت که از موقعیت آن‌ها برای به دست آوردن موقعیت نقاط زمینی استفاده می‌کنیم.

۳- سیاره: یکی دیگر از اجرام سماوی «سیارات» هستند. سیارات، مجموعه‌ای از اجرام سماوی هستند که به دور خورشید در حال دَوَران هستند. زمین نیز یکی از این سیارات است. حرکت سیارات به دور خورشید بر اساس قوانین کپلر بوده که به دلیل اهمیت آن قوانین، در ژنودزی آن را در بخش قبل توضیح دادیم. در شکل ۱-۷ وضعیت سیارات را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۷

اسامی سیارات شناخته شده‌ی منظومه‌ی شمسی به ترتیب نزدیکی به خورشید عبارت‌اند از:

۱- عطارد ۲- زهره ۳- زمین ۴- مریخ ۵- مشتری ۶- زحل ۷- اورانوس ۸- نپتون

۹- پلوتون

۴- قمر: یکی دیگر از جرم‌های سماوی اقمار طبیعی هستند که نمونه‌ی مشخص آن‌ها کره‌ی ماه

است. اقمار طبیعی اجرام سماوی هستند که دور سیارات حرکت می‌کنند. بررسی حرکات این‌ها مشکل‌تر از بقیه است، زیرا اقمار، علاوه بر گردش بر دور سیارات خود به دور خورشید هم دوران می‌کنند. زمین فقط دارای یک قمر طبیعی بوده در حالی که سیاره‌ی مشتری دارای سیزده قمر شناخته شده است.

آیا می‌دانید؟



نوع دیگر از اجرام سماوی اقمار مصنوعی یا همان ماهواره‌ها هستند.

۵- **فرق ستاره و سیاره:** فرق بین سیارات و ستارگان، به‌طور خلاصه، بدین قرار است:

۱- **وضعیت سیارات نسبت به هم و نسبت به ستارگان لحظه به لحظه در حال تغییر بوده، درحالی‌که وضعیت ستارگان نسبت به هم ثابت است.**

۲- **سیارات در حال دوران به دور خورشید هستند در حالی‌که ستارگان جرم‌های سماوی ثابتند.**

۳- **سیارات بزرگ و نزدیک به کره‌ی زمین در تلسکوپ به صورت یک قرص به چشم**

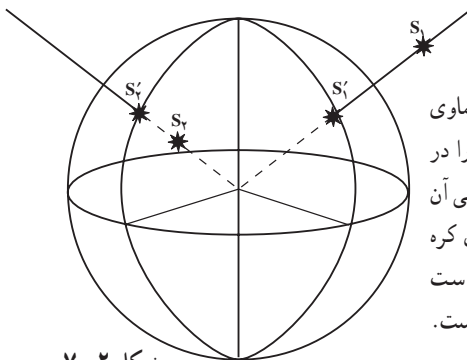
می‌آیند؛ در حالی که ستارگان فقط به صورت یک نقطه‌ی نورانی در تلسکوپ دیده می‌شوند.

۶- کره‌ی سماوی: در یک شب صاف به آسمان نگاه کنید. میلیون‌ها ستاره را در آسمان با فاصله‌های مختلف از خودتان می‌بینید. چون در نجوم امتداد ستارگان را مشاهده می‌کنیم بهتر است آن‌ها را بدون توجه به فواصل آن‌ها از ما بر روی یک کره‌ی فرضی، تصویر شعاعی کنیم. به این کره‌ی فرضی که مرکز آن، مرکز جرم زمین بوده و اجرام سماوی روی آن تصویر شعاعی^۱ می‌گردند «کره‌ی سماوی» گویند.



شکل ۳-۷- کره‌ی سماوی

همان‌گونه که از شکل پیداست در هر لحظه فقط می‌توانیم نصف این کره را ببینیم که به سمت بالای سر ما قرار دارد. حال آن‌که نیم کره‌ی زیرین و ستارگان تصویر شده‌ی روی آن را نمی‌توان در

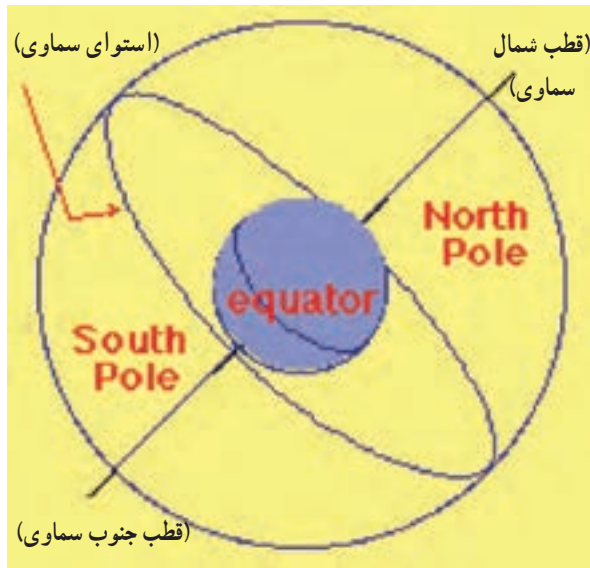


شکل ۲-۷

۱- تصویر شعاعی بدین مفهوم است که اگر مرکز کره‌ی سماوی را به هر جرم سماوی وصل کنیم این امتداد سطح کره‌ی سماوی را در یک نقطه قطع می‌کند. آن نقطه بر روی کره‌ی سماوی تصویر شعاعی آن جرم سماوی روی کره است. ممکن است جرم سماوی در بیرون کره باشد، مانند S_1 که تصویر شعاعی آن S'_1 است؛ هم‌چنین ممکن است جرم سماوی در داخل سماوی بوده مانند S_2 که تصویر آن S'_2 است.

همان لحظه مشاهده کرد.

- ۷- سمت الرأس و سمت القدم: نقطه‌ای که درست در بالای سر ما بر روی کره‌ی سماوی قرار دارد در اصطلاح سمت الرأس یا زینت^۱ و نقطه‌ی پایین را «سمت القدم» یا نادیر^۲ گویند.
- ۸- محور دورانی عالم: در صورتی که محور دورانی زمین را ادامه دهیم کره‌ی سماوی را در دو نقطه به نام قطب شمال سماوی (N.C.P) و قطب جنوب سماوی (S.C.P) قطع خواهد کرد. امتداد N.C.P به S.C.P را در نجوم «محور دورانی عالم» گویند.
- ۹- صفحه‌ی استوای سماوی: صفحه‌ای که از مرکز کره‌ی سماوی گذشته و بر امتداد محور دورانی عالم عمود باشد صفحه‌ی استوای سماوی گویند (شکل ۴-۷).

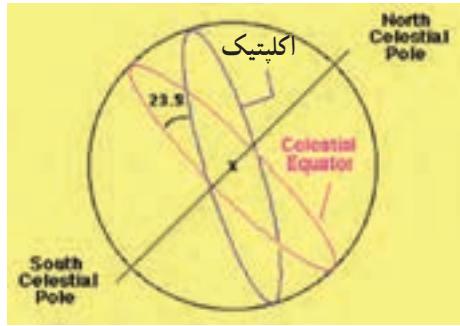


شکل ۴-۷

۱۰- صفحه‌ی اکلیپتیک: صفحه‌ی اکلیپتیک یک صفحه‌ی فرضی است که مسیر حرکت ظاهری خورشید را در روی کره‌ی سماوی نشان می‌دهد. این صفحه با صفحه‌ی استوا زاویه‌ی $23/5$ درجه می‌سازد که بدان زاویه‌ی میل صفحه‌ی اکلیپتیک گویند و همین زاویه‌ی میل اکلیپتیک می‌باشد که باعث تغییر طول شبانه روز می‌گردد.

۱ - Zenith

۲ - Nadir



شکل ۷-۵

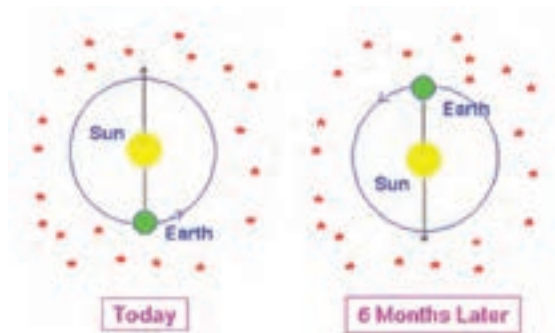
آیا می دانید؟



ابوریحان بیرونی در هر کاری جانب حق و صدق و امانت را رعایت می نمود. و روح او جز با مشاهده و تجربه ی شخصی آرام نمی گرفت. برای نمونه، میل کلی (زاویه ی میان سطح استوا و سطح مدار ظاهری خورشید) را

چند بار در غزنه اندازه می گیرد تا خاطرش آسوده شد و دانست که میل کلی ۲۳ درجه و ۳۵ دقیقه است. این در حالی بود که پیش از او نیز شخصیت های گوناگونی بارها این کار را انجام داده بودند.

در شکل ۷-۶ مفهوم اکلتیک بهتر نشان داده شده است.



(ب)

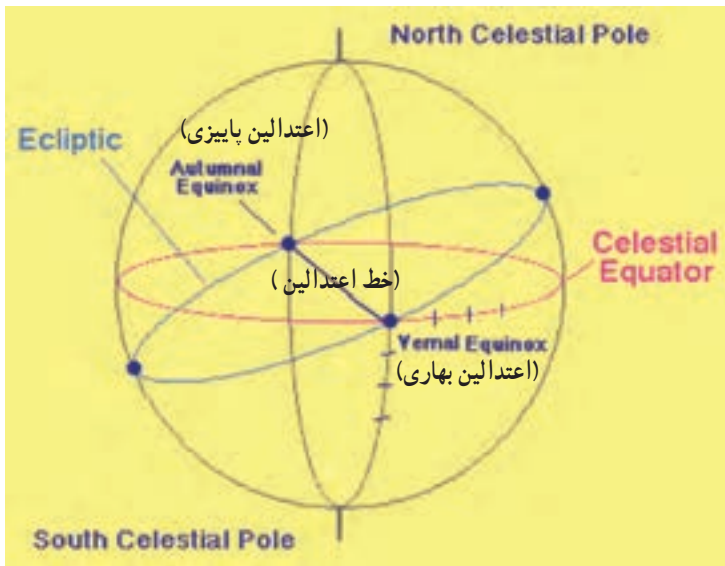
(الف)

شکل ۷-۶— وضعیت امتداد زمین به خورشید را برای امروز و برای ۶ ماه بعد نشان می دهد.

شکل ۶-۷- ب، موقعیت خورشید را نسبت به ستارگان قابل رؤیت از سطح زمین در امروز را نشان می‌دهد. حال، این موقعیت را در روی کره‌ی سماوی علامت‌گذاری می‌کنیم. با توجه به حرکت زمین (حرکت انتقالی) این موقعیت به‌طور پیوسته در حال تغییر است که ترسیم وضعیت آن بعد از شش ماه، در شکل ۶-۷ الف، آمده است.

بنابراین، هر یک از این وضعیت‌ها در هر لحظه در حال تغییر است و اگر این وضعیت‌ها را در یک سال در نظر بگیریم حرکت ظاهری خورشید در یک سال، صفحه‌ی اکلیپتیک را در روی کره‌ی سماوی مشخص خواهد کرد.

۱۱- خط اعتدالین: تقاطع صفحه‌ی استوا و صفحه‌ی اکلیپتیک در امتداد خطی است که به آن «امتداد خط اعتدالین» گویند. این امتداد کره‌ی سماوی را در دو نقطه، یکی اعتدالین بهاری و دیگری اعتدالین پاییزی قطع می‌کند.

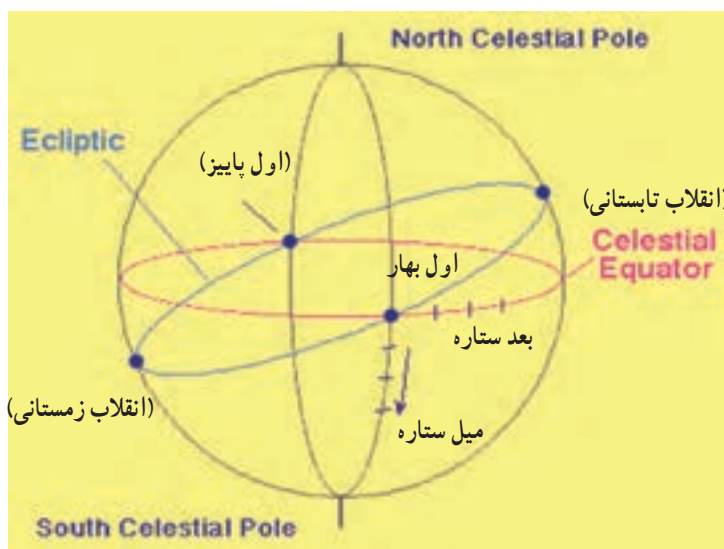


شکل ۷-۷

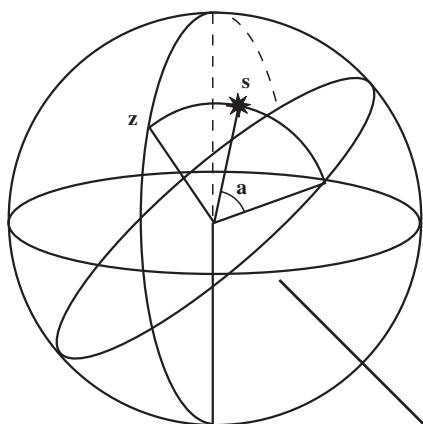
۱۲- نقاط اعتدالین: نقاط اعتدالین نقاطی هستند که وقتی زمین به آن نقاط می‌رسد طول شبانه روز با هم برابر است.

خورشید در اول بهار (۲۱ مارس) به نقطه‌ی اعتدالین بهاری و در اول پاییز (۲۲ سپتامبر) به نقطه‌ی اعتدالین پاییزی می‌رسد. دو نقطه‌ی دیگر بر روی صفحه‌ی اکلیپتیک است که در یکی از

آن‌ها خورشید در شمالی‌ترین وضعیت در کره‌ی سماوی بوده و در اول تابستان (در حدود ۲۲ ژوئن) به آن نقطه می‌رسد که بدان «نقطه‌ی انقلاب تابستانی» می‌گویند. وضعیت دیگر حالتی است که خورشید در جنوبی‌ترین وضعیت بر روی کره‌ی سماوی قرار می‌گیرد و آن «انقلاب زمستانی» است در اول زمستان (حدود ۲۲ سپتامبر) زمین به آن نقطه می‌رسد.



شکل ۸-۷



شکل ۹-۷ ارتفاع ستاره

۱۳- ارتفاع ستاره: ارتفاع ستاره را با a نشان می‌دهند و آن زاویه‌ای است که امتداد ستاره با صفحه‌ی افق سماوی یک محل تشکیل می‌دهد که بر روی دایره‌ی قائم گذرنده بر ستاره اندازه‌گیری می‌شود. ارتفاع ستاره پارامتری است که مشاهده می‌کنیم. این ارتفاع در واقع زاویه‌ی شیب یا متمم زاویه‌ی زینتی است.

تغییرات ارتفاع ستاره: $-9^\circ \leq a \leq 9^\circ$

+ برای بالای صفحه‌ی افق محل و - برای زیر صفحه‌ی افق محل.

۱ - Altitude

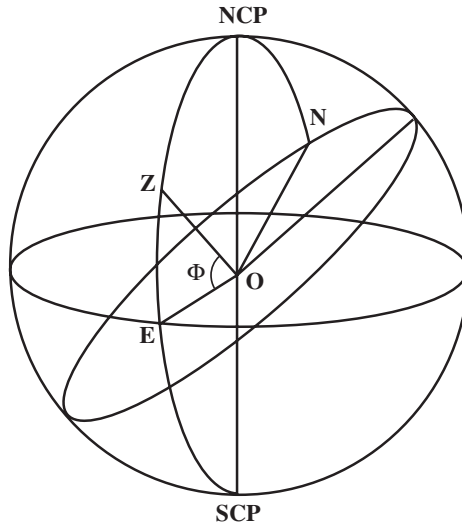
۱۴- زاویه‌ی زینتی: زاویه‌ی بین امتداد ستاره و امتداد Zenith را زاویه‌ی زینتی می‌گوییم و آن را با Z نشان می‌دهیم و داریم:

$$Z = 90^\circ - a$$

۲-۷- تعیین عرض نجومی تقریبی یک نقطه به روش‌های ساده

۱- تعیین عرض نجومی تقریبی یک نقطه با استفاده از ستاره‌ی قطبی: با توجه به شکل و تعاریف قبلی زاویه‌ی $E\hat{O}Z$ همان عرض نجومی نقطه است. از طرفی OE یک امتدادی روی صفحه‌ی استواست. و امتداد NCP و O عمود بر استوا بوده و به همین دلیل زاویه‌ی NCP و O برابر 90° است. از طرفی زاویه‌ی $N\hat{C}P, O, N$ طبق تعریف همان ارتفاع قطب است. چون $OE \perp LO, NCP$ و $OZ \perp ON$ بنابراین:

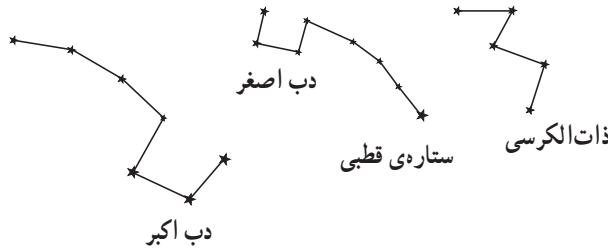
$$E\hat{O}Z(\Phi) = N\hat{C}P, O, N \text{ (ارتفاع قطب)}$$



شکل ۱۰-۷

پس اگر بتوانیم زاویه‌ی بین امتداد قطب را با صفحه‌ی افق اندازه‌گیری کنیم در حقیقت مقدار عرض نجومی یک محل را به دست آورده‌ایم. اما مشکل این است که امتداد دقیق قطب یا محور دورانی زمین را در اختیار نداریم تا زاویه‌ی ارتفاعی آن را قرائت نموده به Φ یک محلی بیاوریم.

ستاره‌ی قطبی^۱ ستاره‌ای است که امروزه به‌طور تقریبی در امتداد محور دورانی زمین است^۲. امروزه ستاره‌ی قطبی ماکزیم حدود 1° از امتداد محور دورانی زمین منحرف است. نحوه‌ی تشخیص ستاره‌ی قطبی در آسمان با استفاده از شکل ۷-۱۱، امکان‌پذیر است. اگر ستارگان دب اکبر یا دب اصغر و ذات‌الکرسی را در آسمان تشخیص دهید در آن صورت خواهید توانست ستاره‌ی قطبی را در آسمان بیابید:



شکل ۷-۱۱

پس شما در هر محلی برای به‌دست آوردن Φ تقریبی آن محل می‌توانید زاویه‌ی شیب ستاره‌ی قطبی را با هر وسیله‌ای اندازه‌گیری کنید، با دقتی حدود 1° با Φ محل برابر است. پرسش: در چه محلی از کره‌ی زمین ستاره‌ی قطبی در افق آن محل دیده می‌شود؟ وقتی ستاره‌ی قطبی در افق محل دیده می‌شود زاویه‌ی شیب ستاره‌ی قطبی در آن محل برابر 0° است؛ یعنی عرض نجومی آن محل برابر با صفر بوده محل بر روی استوا قرار دارد. * با توجه به نقشه‌ی جهان ۵ شهر از کشورهای مختلف را نام ببرید که ستاره‌ی قطبی در آن جا با زاویه‌ی صفر درجه دیده می‌شود.

آیا می‌دانید محلی که ستاره‌ی قطبی درست در بالای ناظر دیده می‌شود، دارای چه عرض نجومی می‌باشد؟

وقتی ستاره‌ی قطبی در سمت الرأس ناظر دیده می‌شود پس زاویه‌ی شیب ستاره‌ی قطبی در آن محل برابر با 90° است؛ یعنی 90° ؛ یعنی محل در قطب شمال است.

* با توجه به نقشه‌ی کشور ایران بیان کنید در محل سکونت شما ستاره‌ی قطبی تقریباً با چه زاویه‌ی شیبی دیده می‌شود؟

۱ - Polaris

۲ - امتداد محور دورانی زمین در حال تغییر است؛ حتی پس از 13000 سال دیگر حدود 47° از امتداد فعلی منحرف خواهد شد. در درس ژئودزی دوره‌های بالاتر این موضوع را بی‌خواهید گرفت.

مطالعه آزاد

۲- تعیین عرض نجومی تقریبی یک محل با استفاده از ارتفاع یک ستاره‌ی مشخص: راه حل ساده‌ی دیگر برای به دست آوردن Φ محل، مشاهده‌ی ارتفاع یا زاویه‌ی زینتی ستاره‌ی مشخص در حالت عبور از صفحه‌ی نصف النهار محل است:

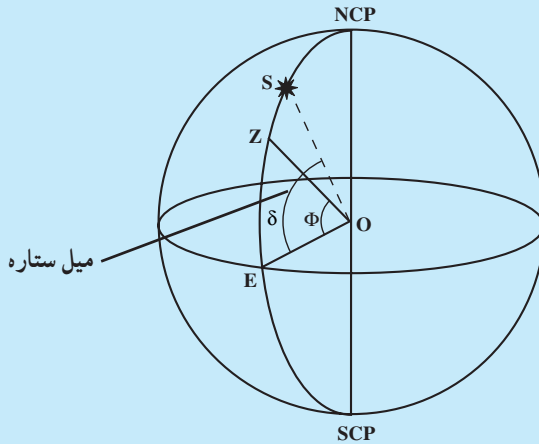
$$\hat{S}OE = \delta \quad \text{میل ستاره}$$

$$\hat{Z}OE = \Phi \quad \text{عرض نجومی محل}$$

$$\hat{Z}OS = Z \quad \text{زاویه‌ی زینتی ستاره}$$

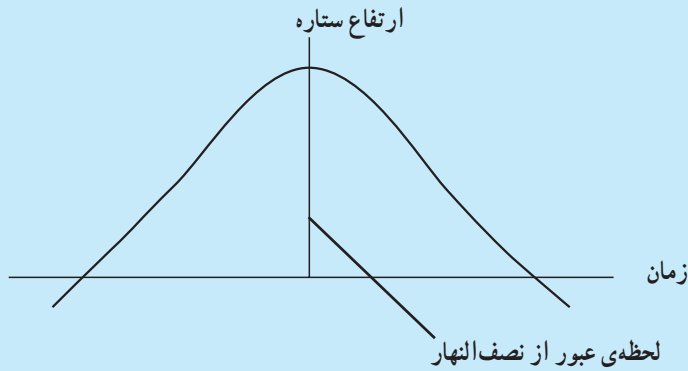
با یک رابطه‌ی ساده می‌توان Φ را به دست آورد:

$$\Phi = Z - \delta$$



شکل ۱۲-۷

* اگر ستاره از قسمت جنوبی «Zenith» عبور کند رابطه چگونه خواهد شد؟ در این روش هم مسئله‌ی مهم تشخیص این است که ستاره چه زمانی از نصف النهار محل عبور می‌کند. آفتاب را در نظر بگیرید. صبح به هنگام طلوع ارتفاع خورشید صفر است که رفته رفته ارتفاع آن زیاد می‌گردد تا این که به نصف النهار محل می‌رسد. در این حالت خورشید با بیش‌ترین ارتفاع مشاهده می‌شود. پس از آن حالت، دوباره ارتفاع خورشید رفته رفته کاهش پیدا کرده تا غروب کند. وضعیت ستارگان نیز چنین است. حالت عبور ستاره از نصف النهار محل ستاره دارای بیش‌ترین ارتفاع است.



شکل ۱۳-۷

از این رو قبل از عبور ستاره از نصف النهار به ستاره نشانه روی می کنیم. ارتفاع ستاره با گذشت زمان بیش تر می گردد. تا این که در یک زمان به بیش ترین مقدار خود می رسد. این زمان، لحظه‌ی عبور ستاره از نصف النهار است که در آن، ارتفاع ستاره اندازه گیری می شود و Φ به دست می آید.

* در اول تابستان ارتفاع خورشید در یک محلی اندازه گیری شده، مقدار آن 38° بوده، حال Φ آن محل را محاسبه کنید.

روش های دقیق دیگری نیز وجود دارد که در دوره های بالاتر با آن آشنا خواهید

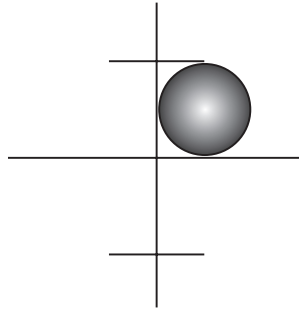
شد.

۷-۳- تعیین Λ طول نجومی تقریبی یک محل

۱- تعیین طول نجومی (Λ) تقریبی یک محل با مشاهده‌ی خورشید: چنان که یاد شد، Λ طول نجومی زاویه‌ی بین نصف النهار گرینویچ و نصف النهار محل است؛ هم چنین زمان خورشیدی و نجومی هم هر دو وابسته به نصف النهار محل هستند؛ بر این اساس، می توانیم با استفاده از زمان به Λ یک محل برسیم.

اختلاف بین طول نجومی دو نقطه، دقیقاً برابر است با اختلاف بین زمان های محلی آن دو نقطه. از طرفی، یکی از روش های ساده، استفاده از مشاهده‌ی زمان عبور خورشید از نصف النهار محل است؛ بدین صورت که لحظه‌ی عبور خورشید از نصف النهار محل را ثبت می کنیم. تشخیص لحظه‌ی عبور خورشید از نصف النهار محل، لحظه‌ای است که خورشید دارای بیش ترین ارتفاع باشد.

بنابراین، یک روش ساده این است که برای به دست آوردن Λ ، تئودولیت را در نقطه‌ای خاص مستقر نموده با استفاده از فیلتر به خورشید نشان‌رومی می‌کنیم؛ پس موقعیت را دنبال نموده تا لحظه‌ای که به ماکزیمم ارتفاع برسد (البته با توجه به ابعاد بزرگ خورشید نمی‌توان مرکز آن را دقیق تشخیص داد) از این‌رو، مانند شکل آفتاب را در بین تار قائم و تار افق قرار داده تعقیب می‌کنیم:



شکل ۱۴-۷

در لحظه‌ای که خورشید به بیش‌ترین ارتفاع رسید زمان را به‌طور دقیق ثبت می‌کنیم. این زمان همان $12^h = LMT$ و همان ظهر شرعی است.

(با توجه به این که شروع زمان خورشیدی از لحظه‌ی عبور خورشید از نیمه‌ی سمت‌القدمی نصف‌النهار بود.) حال با داشتن ZT می‌توانیم زمان جهانی UT یا GMT را محاسبه کنیم:

$$LMT - GMT = \Lambda \quad (\text{به واحد ساعت})$$

مثال: در یک روز تابستان در محلی واقع در کشور ایران به خورشید نشان‌رومی کرده زمان عبور خورشید از نصف‌النهار محل (از نیمه‌ی سمت‌الرأسی) را ثبت می‌کنیم. اگر عبور در ساعت $13^h 07^m 10^s$ صورت گرفته باشد، در نتیجه:

(به دلیل این که در نیمه‌ی اول سال UT یا $GMT = ZT - 4/5^h$ بوده است)

$$13^h 07^m 10^s - 4^h 30^m = 08^h 37^m 10^s$$

در لحظه‌ای که زمان را ثبت کردیم آن لحظه در حقیقت، ظهر آن محل بوده در گرینویچ ساعت:

$$08^h 37^m 10^s \text{ بوده است؛ بنابراین:}$$

$$LMT - GMT = 12^h - 08^h 37^m 10^s$$

$$= 3^h 22^m 50^s = \Lambda \text{ به ساعت}$$

$$\Lambda = 3^h 22^m 50^s \times 15 = 50^\circ 42' 30''$$

مطالعه آزاد

۲- تعیین طول نجومی (Λ) تقریبی یک محل با اندازه‌گیری سایه: با وضعیت سایه‌ی یک میله هم می‌توان به LMT 12^h یک محل هم پی برد. میله‌ای را در محل مناسب به‌طور عمودی قرار می‌دهیم (می‌دانیم آفتاب در لحظه‌ی ظهر یا $LMT = 12^h$ دارای بیش‌ترین ارتفاع است) سایه‌ی میله در ظهر کوتاه‌تر از بقیه لحظه‌هاست بدین ترتیب، می‌توان لحظه‌ای که دارای کوتاه‌ترین سایه است Λ محل را مشاهده کرد.

موضوع دیگر اینکه می‌توانیم به این روش، اختلاف Λ بین نقاط مختلف را نیز به دست آوریم. فرض کنید لحظه‌ای را که خورشید یا ستاره‌ای از نصف‌النهار نقطه‌ی A عبور می‌کند ثبت می‌کنیم. برای مثال، در نقطه‌ی A خورشید در ساعت $2^s \ 14^m \ 13^h$ و در نقطه‌ی B در ساعت $4^s \ 2^m \ 13^h$ از نصف‌النهار عبور می‌کند در صورتی که Λ نقطه‌ی A $51^\circ 0' 0''$ باشد، Λ نقطه‌ی B را می‌توان محاسبه نمود:

$$\begin{aligned}\Delta Z &= 13^h \ 2^m \ 4^s - 13^h \ 14^m \ 2^s \\ &= 0^h \ 6^m \ 2^s \\ \Delta &= 0^h \ 6^m \ 2^s \times 15 = 1^\circ 35'\end{aligned}$$

حال، آیا این مقدار به Λ نقطه‌ی A باید اضافه شود یا از آن کم گردد؟ با توجه به زمان‌های یادشده درمی‌یابیم که نقطه‌ی B در سمت غرب نقطه‌ی A قرار دارد؛ براین اساس Λ نقطه‌ی B کم‌تر از Λ نقطه‌ی A است؛ یعنی باید مقدار موردنظر از Λ نقطه‌ی A کم گردد.

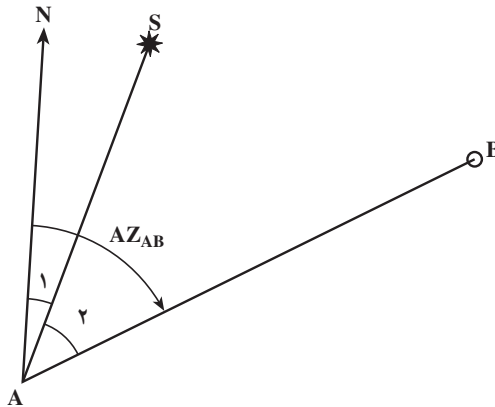
$$\text{نقطه‌ی B } \Delta = 49^\circ 25'$$

— باید توجه نمود که مانند تعیین Φ برای Λ نیز روش‌های دقیق‌تر وجود دارد. در دوره‌های بالاتر با آن روش‌ها آشنا خواهید شد.

۴-۷- تعیین آزیموت نجومی تقریبی یک امتداد

هدف، تعیین آزیموت نجومی امتداد AB است، اما نمی‌توان این زاویه را مستقیماً اندازه‌گیری نمود، زیرا امتداد شمال را در اختیار نداریم تا به‌طور دقیق به آن نشانه‌روی کرده آن زاویه را با

تئودولیت یا وسایل دیگر مشاهده کنیم. برای حل این مشکل می‌توانیم از ستاره‌ی مشخص استفاده کنیم. با در نظر گرفتن ستاره‌ی S، زاویه‌ی مورد نظر به دو زاویه‌ی $\hat{1}$ و $\hat{2}$ تجزیه می‌گردد. زاویه‌ی «۲» زاویه‌ای است که می‌توان آن را مشاهده کرد. این زاویه بین امتداد ستاره‌ی مشخص و امتداد نقطه‌ی زمینی قرار دارد. اما برای زاویه‌ی «۱» نیز همان مشکل قبلی موجود است؛ به این صورت که یک طرف آن شمال بوده که یک امتداد مشخص نیست تا با آن بتوان نشانه‌روی کرد. در حقیقت، زاویه‌ی «۱» چیزی جز آزیموت ستاره نیست. بنابراین، این زاویه را فقط می‌توان محاسبه کرد، نه مشاهده. بر این اساس سه پارامتر موجود می‌تواند به شرح زیر باشد:



شکل ۱۵-۷

۱- Φ عرض نجومی محل

۲- δ میل ستاره (از جدول)

۳- a ارتفاع ستاره (می‌توان آن را مشاهده کرد).

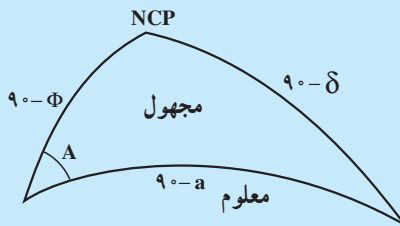
گفتنی است که در نجوم شیوه‌ی مشخص کردن Φ و Λ و آزیموت به همین ترتیبی است که از آن یاد شد؛ یعنی ابتدا Φ تعیین می‌گردد و سپس Λ که در آن از Φ دقیق استفاده می‌گردد؛ آن‌گاه آزیموت یک امتداد تعیین می‌شود؛ از این رو لحظه‌ای که آزیموت یک امتداد تعیین می‌گردد Φ تعیین شده است.

آیا می‌دانید؟

در سال ۴۱۵ قمری فرمان‌روای ترک‌های وولگا گروهی را به غزنه فرستاده بود. آن مردمان با ساکنان سرزمین‌های قطبی رابطه‌ی بازرگانی داشتند و ابوریحان بیرونی از آنان خواست اطلاعاتش را درباره‌ی آن سرزمین‌ها پیش‌تر کند. یکی از آن فرستادگان در پیشگاه محمود غزنوی گفت که در سرزمین‌های دور دست شمال، گاهی خورشید روزهای زیادی غروب نمی‌کند. سلطان محمود در آغاز بسیار خشمگین شد و آن سخنان را کفرآمیز خواند. اما ابوریحان به او گفت که سخن آن فرستاده درست و علمی است و ماجرا را برایش توضیح داد.

مطالعه آزاد

مثال: در یک لحظه‌ای زاویه‌ی افقی بین ستاره‌ی قطبی و امتداد AB قرائت شده که برابر با $۲۰^{\circ}۱۱'۳۰''$ است. در همان لحظه نیز ارتفاع ستاره‌ی قطبی مشاهده گردیده که برابر با $۳۵^{\circ}۱۱'۵۰''$ بوده است. حال، اگر $\Phi = ۳۵^{\circ}۱۵'۱۰''$ و $\delta = ۸۹^{\circ}۱۵'۴۰''$ ستاره باشد آزمون امتداد زمینی را محاسبه کنید:



شکل ۱۵-۷

$$\cos(90 - \delta) = \cos(90 - a) \cos(90 - \Phi) + \sin(90 - a) \sin(90 - \Phi) \cos A$$

$$\sin \delta = \sin a \sin \Phi + \cos a \cos \Phi \cos A$$

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sin a \sin \Phi}{\cos a \cos \Phi} = \frac{\sin ۸۹^{\circ}۱۵'۴۰'' - \sin ۳۵^{\circ}۱۱'۵۰'' \sin ۳۵^{\circ}۱۵'۱۰''}{\cos ۳۵^{\circ}۱۱'۵۰'' \cos ۳۵^{\circ}۱۵'۱۰''}$$

$$\cos A = ۰/۹۹۹۸۷۶۱ \Rightarrow A = ۰^{\circ}۵۴'۷/۰۳''$$

البته با توجه به این که ماکزیمم انحراف ستاره‌ی قطبی از محور دورانی در محل حدود 1° است یعنی اگر آزمون یک امتداد با دقت حدود 1° مورد نظر است، زاویه‌ی بین آن امتداد و امتداد ستاره‌ی قطبی قرائت شود کافی است.

سؤال: روش‌های دیگر برای تعیین آزمون کدام‌اند؟

خودآزمایی

- ۱- ستاره را تعریف کرده واحد اندازه‌گیری فاصله‌ی ستارگان را توضیح دهید.
- ۲- نجوم محض و نجوم موضعی را تعریف کنید.
- ۳- سیاره را تعریف کنید.
- ۴- سیارات منظومه‌ی شمسی را به ترتیب نزدیکی به خورشید نام ببرید.
- ۵- قمر طبیعی را تعریف کرده، تعداد اقمار طبیعی کره‌ی زمین و کره‌ی مشتری را بیان کنید.
- ۶- قمر مصنوعی را تعریف کنید.
- ۷- سه فرق سیارات و ستارگان را به‌طور خلاصه بیان کنید.
- ۸- کره‌ی سماوی را با رسم شکل تعریف کنید.
- ۹- سمت الرأس و سمت‌القدم را در کره‌ی سماوی تعریف کنید.
- ۱۰- محور دورانی عالم را با رسم شکل تعریف کنید.
- ۱۱- صفحه‌ی استوای سماوی را تعریف کنید.
- ۱۲- صفحه‌ی اکلپتیک را با رسم شکل تعریف کرده زاویه‌ی آن با صفحه‌ی استوا را بیان کنید.
- ۱۳- خط اعتدالین را تعریف کنید.
- ۱۴- نقاط اعتدالین را تعریف کنید.
- ۱۵- روش تعیین عرض نجومی تقریبی یک محل را با استفاده از ستاره‌ی قطبی شرح دهید.
- ۱۶- روش تعیین طول نجومی تقریبی یک محل را با مشاهده‌ی خورشید شرح دهید.

ضمیمه ۱

مشخصات سیارات منظومه شمسی

شماره	سیارات مشخصات	Mercury عطارد	Venus زهرة	Earth زمین	Mars مریخ	Jupiter مشتری	saturn زحل	Uranus اورانوس	Neptune نپتون	Pluto پلوتو
۱	ماکزیم فاصله از خورشید (میلیون کیلومتر)	۶۹/۷	۱۰۹	۱۵۲/۱	۲۴۹/۱	۸۱۵/۷	۱۵۰۷	۳۰۰۴	۴۵۳۷	۷۳۷۵
۲	می نیم فاصله از خورشید (میلیون کیلومتر)	۴۵/۹	۱۰۷/۴	۱۴۷/۱	۲۰۶/۷	۷۴۰/۹	۱۳۴۷	۲۷۳۵	۴۴۵۶	۴۴۲۵
۳	پریود حرکت انتقالی دور خورشید	۸۸ روز	۲۲۴/۷ روز	۳۶۵/۲۵ روز	۶۸۷ روز	۱۱/۸۶ سال	۲۹/۴۶ سال	۸۴/۰۱ سال	۱۶۴/۸ سال	۲۴۷/۷ سال
۴	پریود دورانی	۵۹ روز	۲۴۳ - روز	h m s ۲۳ ۵۶ ۰۴	h m s ۲۴ ۳۷ ۲۳	h m s ۹ ۵۰ ۳۰	h m s ۱۰ ۱۴ ۰۰	h m s - ۱۱ ۰۰	h m s ۱۶ ۰۰	h ۶۹
۵	سرعت انتقالی km/s	۴۷/۹	۳۵	۲۹/۸	۲۴/۱	۱۳/۱	۹/۶	۶/۸	۵/۴	۴/۷
۶	قطر km	۴۸۸۰	۱۲۱۰۴	۱۲۷۵۶	۶۷۸۷	۱۴۲۸۰۰	۱۲۰۰۰۰	۵۱۸۰۰	۴۹۵۰۰	-
۷	با فرض این که جرم زمین ۱ باشد.	۰/۵۵	۰/۸۱۵	۱	۰/۱۰۸	۳۱۷/۹	۹۵/۲	۱۴/۶	۱۷/۲	-
۸	میل صفحه‌ی مداری نسبت به استوا	۲۸° تا ۳۸°	۳°	۲۳°۲۷'	۲۳°۵۹'	۳°۰۵'	۲۶°۴۴'	۸۲°۵'	۲۸°۴۸'	-
۹	قمرهای شناخته شده	۰	۰	۱	۲	۱۳	۱۰	۵	۲	۰

ضمیمه‌ی ۲

اطلاعات کلی درباره‌ی خورشید، زمین و ماه

جرم *Mass*

$$\text{جرم خورشید} = 1.99 \times 10^{30} \text{ کیلوگرم}$$

$$\text{جرم زمین} = 5.98 \times 10^{24} \text{ کیلوگرم}$$

$$\text{جرم ماه} = 7.36 \times 10^{22} \text{ کیلوگرم}$$

شعاع *Radius*

$$\text{شعاع خورشید} = 6.96 \times 10^5 \text{ کیلومتر}$$

$$\text{شعاع زمین} = 6.378 \times 10^3 \text{ کیلومتر}$$

$$\text{شعاع ماه} = 1738 \text{ کیلومتر}$$

دانسیته یا وزن مخصوص متوسط

$$\text{وزن مخصوص متوسط خورشید} = 1410 \text{ کیلوگرم بر متر مکعب}$$

$$\text{وزن مخصوص متوسط زمین} = 5522 \text{ کیلوگرم بر متر مکعب}$$

$$\text{وزن مخصوص متوسط ماه} = 3340 \text{ کیلوگرم بر متر مکعب}$$

شتاب جاذبه در سطح

$$\text{شتاب جاذبه در سطح خورشید} = 274 \text{ متر بر مجذور ثانیه}$$

$$\text{شتاب جاذبه در سطح زمین} = 9.8 \text{ متر بر مجذور ثانیه}$$

$$\text{شتاب جاذبه در سطح ماه} = 1.67 \text{ متر بر مجذور ثانیه}$$

$$\text{* سرعت دورانی زمین حول محور خودش} = 7.29 \times 10^{-5} \text{ رادیان بر ثانیه}$$

$$\text{* سرعت انتقالی زمین} = 29.77 \text{ متر بر ثانیه}$$

$$\text{* فاصله‌ی ماه تا زمین به طور متوسط} = 3.8 \times 10^5 \text{ کیلومتر}$$



سال‌شمار زندگی ابوریحان بیرونی

۳۶۲ قمری / ۳۵۱ خورشیدی: روز پنج‌شنبه سوم ذی‌الحجه / هجدهم دی ماه در روستایی

بیرون شهر کاث به دنیا آمد.

۳۶۸ قمری / ۳۵۷ خورشیدی: در مکتب شهر جرجانیه برای یک سال درس خواند.

۳۶۹ قمری / ۳۵۸ خورشیدی: درشش را در مکتب روستا ادامه داد.

۳۷۹ قمری / ۳۵۸ خورشیدی: در هفده سالگی به اندازه‌گیری ارتفاع نیمروزی خورشید در

شهر کاث پرداخت.

۳۸۵ قمری / ۳۷۳ خورشیدی: انقلاب تابستانی را در دهکده‌ای در جنوب شهر کاث رصد

کرد.

۳۸۷ قمری / ۳۷۵ خورشیدی: روز شنبه یازدهم جمادی‌الاول / ۷ خرداد ماه، خورشیدگرفتگی

را رصد کرد.

۳۹۱ قمری / ۳۷۹ خورشیدی: کتاب آثارالباقیه را در گرگان به نام قابوس بن وشمگیر آل‌زیار

نوشت.

۳۹۳ قمری / ۳۸۱ خورشیدی: روز شنبه چهاردهم ربیع‌الثانی / ۶ اسفند ماه و روز یک‌شنبه

سیزدهم شوال / ۲۹ مرداد، دو ماه‌گرفتگی را در گرگان رصد کرد.

۳۹۴ قمری / ۳۸۲ خورشیدی: روز یک‌شنبه دوازدهم شعبان / ۲۰ مرداد ماه، ماه‌گرفتگی را

در جرجانیه رصد کرد.

۴۰۸ قمری/ ۳۹۶ خورشیدی: همراه سلطان محمود غزنوی از جرجانیه به غزنه رفت.

۴۰۹ قمری/ ۳۹۷ خورشیدی: عرض جغرافیایی جیخور، در نزدیکی کابل، را با کمک شاقول اندازه گرفت.

۴۱۲ قمری/ ۴۰۰ خورشیدی: اعتدال بهاری و پاییزی و انقلاب تابستانی و زمستانی را در شهر غزنه رصد کرد.

۴۱۶ قمری/ ۴۰۴ خورشیدی: نگارش کتاب تحدید نہایات الاماکن را به پایان رساند.

۴۱۸ قمری/ ۴۰۵ خورشیدی: رساله‌ی استخراج الاوتار فی الدایره را نوشت.

۴۲۰ قمری/ ۴۰۷ خورشیدی: نگارش کتاب التفهیم لاوائل الصناعه التنجیم را به پایان رساند.

۴۲۱ قمری/ ۴۰۸ خورشیدی: کتاب تحقیق ماللهند را نوشت و رساله‌ی قانون مسعودی را به سلطان مسعود غزنوی هدیه داد.

۴۲۵ قمری/ ۴۱۲ خورشیدی: فهرست کتاب‌ها و نوشته‌های محمدبن زکریای رازی و فهرست ۱۱۳ جلد کتاب خود را نوشت.

۴۴۲ قمری/ ۴۲۹ خورشیدی: روز جمعه سوم رجب/ ۶ آذرماه، به سوی پروردگار خود رفت.

ضمیمه‌ی ۴

معرفی بعضی از سایت‌های مهم نقشه‌برداری در ایران: در زیر سایت‌های سه سازمان

مهم دولتی مرتبط با نقشه‌برداری معرفی می‌شود:

سایت رسمی سازمان نقشه‌برداری کشور.

<http://www.ncc.org.ir>

در معرفی این سایت آمده است: سازمان نقشه‌برداری کشور از زمان تأسیس در سال ۱۳۲۲ فعالیت‌های گسترده‌ای شامل: ایجاد شبکه‌های مختصات مبنایی، اجرای طرح تهیه نقشه‌های پوششی کشور، تهیه اطلس‌های ملی، تهیه چارت‌های دریایی، انجام مشاهدات جزر و مدی، تهیه نقشه رقومی شهرها کشور، ایجاد پایگاه اطلاعات مکانی ملی، ایجاد پایگاه اسامی جغرافیایی، تهیه و چاپ انواع نقشه‌های موردی، موضوعی و برجسته، نظارت و کنترل فنی فعالیت‌های نقشه‌برداری و تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردهای مربوطه را انجام داده است. سازمان نقشه‌برداری کشور به عنوان تولیدکننده اصلی نقشه و اطلاعات مکانی در کشور اهدافی مانند: گسترش دامنه کاربران و کاربردهای نقشه و اطلاعات مکانی بهره‌گیری بیش از پیش از این اطلاعات در برنامه‌ریزی، مدیریت و توسعه مبتنی بر دانایی محور، مورد نظر چشم‌انداز بیست ساله و برنامه‌های توسعه پنج ساله کشور، ایجاد ارزش افزوده به اطلاعات تولید شده، اشتراک‌گذاری و بهره‌گیری مشترک از داده‌ها، اطلاعات مکانی، ایجاد پایگاه‌های اطلاعات مکانی قابل دسترس از طریق فن‌آوری‌های ارتباطات را دنبال می‌نماید.



سایت رسمی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

<http://www.ngo.iran.ir/>

در معرفی این سایت آمده است: نام «جغرافیایی» گسترده فعالیت و خدمات سازمان جغرافیایی از بدو تأسیس تاکنون را مشخص می‌نماید. در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی سنگ بنای یک ارگان رسمی نقشه‌برداری یعنی تشکیل شعبه نقشه‌برداری و نقشه‌کشی گذارده شد و در سیر تحول و متناسب با نیاز، مأموریت‌ها و وظایف سازمانی به دایره‌ی جغرافیایی، اداره‌ی جغرافیایی، سازمان جغرافیایی کشور و سازمان جغرافیایی تغییر نام یافته است.

سازمان جغرافیایی به منظور دستیابی سریع و دقیق به اطلاعات جغرافیایی کشور و سایر مناطق مورد نیاز تلاش گسترده‌ای را در به روز درآوردن فنی نیروی انسانی، مدرنیزه نمودن خط تولید و ارائه‌ی خدمات، همگام با مراکز پیشرفته نقشه‌برداری داشته و در این مسیر گام برمی‌دارد.

سازمان جغرافیایی با بیش از سه ربع قرن تجربه در تهیه نقشه‌های پوششی و انجام کلیه فعالیت‌های نقشه‌برداری و جغرافیایی، هماهنگ با پیشرفت‌های علمی و فنی جهان، آمادگی کامل ارائه‌ی خدمات گوناگون در زمینه‌های مختلف علوم و فنون جغرافیایی، دورسنجی و نقشه‌برداری را دارا می‌باشد.



سایت رسمی سازمان فضایی ایران

[http:// isa.ir/](http://isa.ir/)



در خصوص آشنایی با سایت‌های بخش‌های دانشگاهی، دانشکده نقشه‌برداری و ژئودزی دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی و گروه مهندسی نقشه‌برداری و ژئوماتیک دانشگاه تهران که دو مرکز دانشگاهی معتبر و با سابقه در کشور در زمینه‌ی نقشه‌برداری هستند معرفی می‌شود:

دانشکده نقشه‌برداری و ژئودزی دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

<http://www.kntu.ac.ir/geodesy>





منابع

- ۱- کتاب Geodesy The Concept نوشته دکتر ونیچک ۱۹۸۶
- ۲- جزوه درسی ژئودزی یک دکتر مهدی نجفی علمداری، انتشارات دانشکده نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- ۳- جزوه درسی نجوم ژئودتیک مهندس محمد کریم، انتشارات دانشکده نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
- ۴- کتاب کارتوگرافی دکتر همراه
- ۵- نقشه و نقشه خوانی، ترجمه مهندس عباس جعفری، انتشارات سازمان جغرافیایی
- ۶- کتاب درسی مبانی نقشه برداری، تألیف دکتر بهمن مقرب نیا
- ۷- تصویر پشت جلد کتاب، اقتباس شده از روزنامه ایران مورخ ۱۳۸۶/۹/۱۱؛ نقشه ای که یک سیاح فرانسوی در ۲۹۴ سال پیش از قلمرو ایران تهیه کرده است.
- ۸- بوسترهای سال جهانی ریاضیات ۱۳۷۹. انتشارات فاطمی

