

شماره استاندارد بین‌المللی
۲۳۲۲-۳۶۶۹



میراث علمی اسلام‌آویرا

دو فصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی
سال ششم، بهار و تابستان ۱۳۹۶ (پیاپی ۱۱)

قبله‌یابی و تعیین‌ظهر حقیقی با روش مشاهده و محاسبه

عبدالحسین مصحفی

با مقدمه غلامرضا عسجدی

به کوشش زینب کریمیان

صاحب امتیاز: مرکز پژوهشی میراث مکتوب

مدیر مسئول: اکبر ایرانی

سر دبیر: محمد باقری

مدیر داخلی: حمید بهلول

چاپ: نقره آبی

روی جلد: قبله‌نمای موجود در موزه رصدخانه قندیلی (استانبول)
نشانی: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین دانشگاه و ابوریحان، شماره ۱۱۸۲
شناسه پستی: ۱۳۱۵۶-۹۳۵۱۹
تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲، دورنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir
miraselmi90@gmail.com

بها: ۱۰۰,۰۰۰ ریال

۱۳۹۶



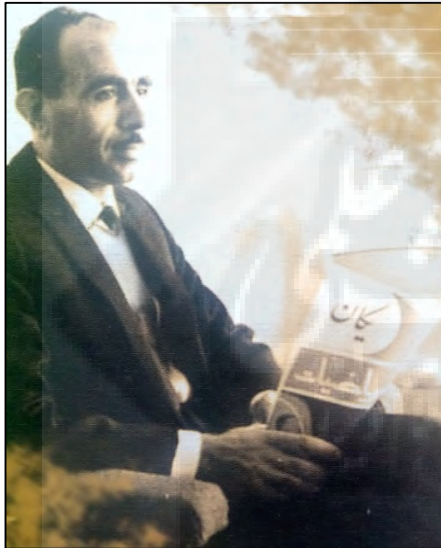


قبله یابی و تعیین ظهر حقیقی با روش مشاهده و محاسبه

عبدالحسین مصحفی

با مقدمه غلامرضا عسجدی

زندگی نامه استاد عبدالحسین مصحفی



زنده‌یاد استاد عبدالحسین مصحفی، از دبیران ممتاز و برجسته ریاضی کشور، در سال ۱۳۰۳ در شهر کرمان چشم به جهان گشود. جد پدری اش استاد تجوید و قرائت و حافظ قرآن بود (نام خانوادگی مصحفی به معنی قرآنی هم به همین دلیل انتخاب شده است) و پدرش به کار صحافی اشتغال داشت. دوره ابتدایی را تا کلاس نهم (که به آن سیکل یکم می‌گفتند) در مدرسه شهاب کرمان گذراند و یک سال بعد، علیرغم میل باطنی خود برای ادامه تحصیل در

دانشسرای مقدماتی، بنا به درخواست پدر در همان مدرسه محل تحصیل مشغول به تدریس شد. مدتی بعد، پس از درگذشت پدر، او که فرزند ارشد خانه بود، مخارج یک خانواده هفت نفره را عهده‌دار شد و علاوه بر کار تدریس، به کارهای آزاد دیگری همچون کار پدرش که کتاب‌فروشی و صحافی بود روی آورد. علاوه بر آن، شب‌ها نیز به تدریس خصوصی در پایه‌های مختلف و برخی تابستان‌ها نزد یکی از بستگان، در بایگانی دادگستری، به کار نگارش رونوشت اسناد برای اشخاص می‌پرداخت تا چرخ زندگی را بگرداند. سرانجام به صورت خودآموزی به ادامه تحصیل پرداخت و در سال ۱۳۲۷ گواهینامه پنجم دبیرستان، که آن روزها ارزش دیپلم را داشت، دریافت کرد. پس از آن به صورت داوطلبانه به خدمت سربازی درآمد و در همان زمان درس‌های کلاس ششم دبیرستان را هم به همان شیوه خودآموزی خواند و در سال ۱۳۳۰ با اتمام دوران سربازی، در تهران امتحان داد و در رشته ریاضی موفق به اخذ مدرک دیپلم شد. پس از آن، با شرکت در امتحان ورودی دانشگاه‌ها،

هم در دانشسرای عالی و هم در دانشکده علوم دانشگاه تهران در رشته ریاضی پذیرفته شد. بدین ترتیب، در سال ۱۳۳۳ در رشته ریاضی فارغ التحصیل شد و سال بعد به یزد رفت و به تدریس ریاضی در دبیرستان‌ها و دانشسرای مقدماتی مشغول شد. در همان جا با خانم نصرت ملک یزدی ازدواج کرد و تشکیل خانواده داد. او از این وصلت به عنوان یکی از خوشبختی‌های نادر زندگی‌اش یاد کرده است. در سال ۱۳۴۱، به تهران منتقل شد و کار تدریس را در دبیرستان‌های گوه‌رشاد و هدف ادامه داد. در ۱۳۴۴، به سمت کارشناس ریاضی اداره کل برنامه‌ها و تحقیقات وزارت منصوب شد و پس از گذشت سه - چهار سال، به سازمان کتاب‌های درسی منتقل شد و مدتی عهده‌دار کارشناس مسئولی کتاب‌های ریاضی شد. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، در اسفند سال ۱۳۵۷، به ریاست سازمان کتاب‌های درسی و سرپرستی اداره کل تحقیقات و برنامه‌ریزی درسی انتخاب شد. یک سال بعد، یعنی در ۱۳۵۸ نیز به تقاضای خود بازنشسته شد و از آن سال، بیشتر اوقاتش را صرف تحقیق و تألیف کتب و مقاله‌های مربوط به ریاضی کرد.

بیشتر دبیران ریاضی و اشخاص دیگری که عبدالحسین مصحفی را می‌شناسند، نام او را همراه با «مجله ریاضی یکان» به یاد می‌آورند. به گفته خود او در همان سال‌هایی که مدتی به پیشه پدرش - صحافی - روی آورده بود، گاهی دوره‌هایی از مجله‌هایی را برای صحافی به او می‌سپردند. همین امر سبب شد که اندیشه تهیه و انتشار یک مجله مخصوص ریاضی را - که جای خالی آن در فضای مطبوعاتی کشور خالی حس می‌شد - در ذهن پیوردد. بدین ترتیب، هنگامی که او در سال ۱۳۴۱ به تهران آمد، درخواست کسب امتیاز مجله یکان را به اداره مطبوعات کشور ارسال کرد و با پیگیری‌های مستمر، سرانجام موفق شد اولین شماره مجله یکان را به کمک همسرش در بهمن ۱۳۴۲ منتشر کند و تا سال ۱۳۵۶ به مدت چهارده سال ادامه داشت. مجموعاً ۱۱۸ شماره مجله و ۱۲ شماره ویژه‌نامه یکان، تولید و توزیع شد. متأسفانه مشکلات مالی و بالا رفتن متوالی بهای کاغذ و هزینه‌های چاپ باعث شد که نهالی را که به گفته خود او چهارده سال از وقت استراحت خودش و همسرش صرف رشد و بالندگی‌اش شده بود، در اسفند ۱۳۵۶ قطع کنند. مصحفی در پاسخ به این سؤال مجله دانشمند (تیر ۱۳۶۹) که چرا نام «یکان» را برای مجله خود برگزید، گفته است: «یک علت این بود که ریاضیات اصلاً با یک شروع می‌شود. یک را خدا آفرید و بقیه اعداد را آدم. علت دیگر آن بود که شادروان مصاحب اسم مجله ریاضی خودش را گذاشته بود «واحد» و

من این کلمه عربی را به فارسی برگرداندم.» محتوای مجلهٔ یکان عمدتاً حول مسائل ریاضی - و بعداً هم تا حدی مسائل فیزیک و شیمی - دور می‌زد. البته بخشی هم به مقالات ریاضی، نقد و نظر، داستان‌های ریاضی و ... اختصاص داشت. مسائل را مصحفی خودش تهیه یا طرح می‌کرد و می‌کوشید مسائل بدیع و ابتکاری باشد و با درس همان ماه دانش‌آموز هم ارتباط داشته باشد. او می‌گوید: «از شمارهٔ دوم، خود دانش‌آموزان هم برای ما مسائل ریاضی می‌فرستادند. ما سؤال‌های امتحانی معروف‌ترین دبیرستان‌های تهران و گمنام‌ترین دبیرستان‌های [مثلاً] برازجان را در کنار هم چاپ می‌کردیم و به این ترتیب یکان در واقع کلاس‌های بهترین مدارس پایتخت را به دورترین نقاط کشور می‌برد.» مصحفی برای بهبود مجلهٔ خود همیشه با استادان و فرهنگیان مشهور ریاضی همچون پروفیسور هشترودی، دکتر غلامحسین مصاحب، غلامرضا عسجدی، پرویز شهریاری، احمد آرام و ... ارتباط داشت. او برای چاپ و سرپا نگه داشتن مجلهٔ یکان تا جایی پیش رفت که دو بار فرصت ادامهٔ تحصیل در مقطع دکتری دانشگاه‌های فرانسه را از دست داد: یک بار در سال ۱۳۵۱ در رشتهٔ آمار دانشگاه پاریس و بار دوم در سال ۱۳۵۲ در رشتهٔ منطق دانشگاه لیون که هر دو بار تا مرحلهٔ ثبت نام در دانشگاه پیش رفت، اما به دلیل جلوگیری از توقف انتشار مجلهٔ یکان، با وجود همهٔ اشتیاقی که به ادامهٔ تحصیل داشت، از این کار صرف نظر کرد. مصحفی بعد از تعطیلی مجلهٔ یکان، با مجلات آشنایی با ریاضیات، آشتی با ریاضیات، دانشمند، گنجینه، برهان، دانش و مردم، نشریهٔ انجمن‌های معلمان ریاضی اصفهان و یزد و بعضی مجلات رشد همکاری پراکنده داشت و نزدیک به یکصد مقاله از او در این مجلات به چاپ رسید.

از جملهٔ کتب تألیفی عبدالحسین مصحفی می‌توان به راهنمای ریاضیات متوسطه (۱۳۴۴)، بازآموزی و بازشناخت هندسه و تصاعدها و لگاریتم (۱۳۶۳)، عبارت‌های جبری و منطق و استدلال ریاضی (۱۳۶۶)، مسئله‌های مسابقه‌های ریاضی آمریکا (جلد چهارم، ۱۳۶۸)، ریاضیات پیش‌نیاز کامپیوتر و زودشناسی دستگاه کامپیوتر (۱۳۷۵)، داستان‌واره‌های ریاضی (۱۳۷۸)، رام کردن و پرورش مسئله‌های ریاضی (۱۳۷۸)، روش‌های حل مسئله‌های مقدماتی هندسه (۱۳۷۸)، همانی عبارت‌های جبری و کاربردهای آن (۱۳۷۹) و ... اشاره کرد.

در اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ همزمان با برگزاری دهمین کنفرانس آموزش ریاضی ایران به پاس خدمات ارزندهٔ عبدالحسین مصحفی در آموزش ریاضی کشور، دکترای افتخاری به او

اعطا شد و به همت انتشارات فاطمی کتاب مختصری با عنوان مصحفی نامه - حاوی مطالب ارزشمندی راجع به استاد مصحفی و مصاحبه‌های او و معرفی آثار او - منتشر شد. بی‌شک خدماتی که عبدالحسین مصحفی به توسعه علم ریاضیات در ایران کرد و به ویژه گام مهمی که با انتشار مجله یکان در ترویج ریاضیات برداشت، سهم بسزایی در پیشرفت ریاضیات در تاریخ علم سده اخیر ایران داشته است. او در اسفند ماه ۱۳۹۱ درگذشت.

یادش گرامی و نامش جاودان باد^۱.

۱. برای اطلاع بیشتر از زندگی و آثار عبدالحسین مصحفی، بنگرید به مقاله «شکوه ریاضت، درنگی بر زندگی و کارنامه استاد عبدالحسین مصحفی»، نوشته جعفر ربانی، در میراث علمی اسلام و ایران، سال ۱ (۱۳۹۱)، شماره ۲، ص ۱۷۰-۱۷۴.

یادی از دانشمند فقید استاد غلامرضا عسجدی

به قلم عبدالحسین مصحفی^۱

مدح کسی نکرد، منت ز کس نبرد
برهیچکس نگفت غیر از خدا ثنا



آلبرت اینشتین نظریه نسبیت را به سال ۱۹۰۵ میلادی (برابر با ۱۲۸۴ خورشیدی) اعلام کرد. این نظریه انقلابی در دانش فیزیک پدید آورد که تحولی را در ریاضیات و در فلسفه به دنبال داشت. اما تا چند دهه، تنها در مقطع‌های عالی دانشگاهی و در مجله‌های اختصاصی مطرح بود. پس از پایان یافتن جنگ جهانی دوم و فروکش

کردن خبرهای مربوط به پیامدهای سیاسی آن، بحث درباره بمب اتمی و بمب‌های قوی‌تر، و به دنبال آن بحث در زمینه نظریه نسبیت، در سطح جهانی موضوع روز شد و نه تنها در انواع مجله‌های علمی، در رسانه‌های عمومی هم گفتگو درباره آن به میان می‌آمد. در کشور ما هم، چنین جوی مجمع‌های علمی و محیط‌های آموزشی را فراگرفته بود. گفتارها و

۱. برگرفته از مجله دانش و مردم، ش ۳۰، اسفند ۱۳۸۱، سال سوم، شماره ۱۰، ص ۵۶۶-۵۶۹ (با اندکی ویرایش و تلخیص). با تشکر از سرکار خانم نصرت ملک یزدی، همسر استاد عبدالحسین مصحفی، و خانه ریاضیات یزد که نسخه‌ای از این مقاله را در اختیار ما قرار دادند. همچنین از خانم ملک یزدی به خاطر اینکه نسخه دست‌نویس کتاب حاضر را برای نشر به مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب سپردند، سپاسگزاری می‌شود.

نوشتارهایی در این زمینه ارائه می‌شد، اما برداشت‌های متفاوتی از آن را به دست می‌دادند. برای بسیاری از علاقه‌مندان به دانستنی‌های علمی روز، این پرسش مطرح بود که مفهوم واقعی نسبیت چیست؟ خاص آن کدام و عام آن کدام است؟ گفته می‌شود در همه دنیا تعداد همه کسانی که مفهوم نظریه نسبیت را به درستی فهمیده‌اند از تعداد انگشتان دست تجاوز نمی‌کند! این گفته هم موضوع را پیچیده‌تر جلوه می‌داد و بر رغبت علاقه‌مندان به فهمیدن صحیح آن می‌افزود. چند تن از استادان دانشگاه تهران در کتاب‌های درسی خود نظریه نسبیت را مورد بحث قرار داده بودند، اما جای کتابی که در زمینه نسبیت باشد و همگان امکان دسترسی به آن را داشته باشند در جامعه علمی ما خالی بود. به سال ۱۳۳۳ خورشیدی چنین کتابی در دسترس علاقه‌مندان قرار گرفت: کتاب اصول ریاضی نظریه نسبی آلبرت اینشتین تألیف دانشمند فرهیخته و استاد فرزانه آقای غلامرضا عسجدی. با به دست آوردن این کتاب بود که نخستین بار با نام و با شخصیت علمی این ریاضی‌دان برجسته آشنا شدم. پس از آن هم، برخورد با مسئله‌های ریاضی ابتکاری و اندیشه‌برانگیزی که برای امتحان‌های نهایی ریاضی دبیرستان‌ها طرح می‌کرد، این آشنایی غایبانه و شوق به دیدارش را تداوم می‌بخشید. در خرداد ۱۳۴۱ که برای بازرسی امتحان‌های نهایی به یزد آمده بود، نخستین دیدار با او روی داد، دیداری که آگاهی بیشتر مرا به علم و ادب او در پی داشت و به دوستی صمیمانه و پابرجای بین ما انجامید.

غلامرضا عسجدی به سال ۱۲۹۲ خورشیدی در تبریز به دنیا آمد. دوره‌های آموزش ابتدایی و متوسطه را در همان شهر گذراند؛ ضمن آنکه از برادر بزرگ‌تر خود، ادبیات فارسی و عرب را می‌آموخت و با حضور در محضر درس دایی خود، که از مجتهدان تراز اول تبریز بود، اطلاعات و اعتقادات دینی و مذهبی خود را استحکام می‌بخشید. پس از اتمام دوره دبیرستان، به تشویق برادر و به سفارش معلم (فرانسوی)، در رشته ریاضی دانشسرای عالی ثبت نام کرد. در آن زمان، دانشسرای عالی هسته مرکزی دانشگاه تهران بوده و موقعیت ممتاز داشته است. فارغ‌التحصیلان زبده مدرسه‌های متوسطه برای ادامه تحصیل به آن جا روی می‌آورده‌اند. او دروس علوم را نزد دبیران و استادان فرانسوی و دروس ادبیات و فلسفه و روانشناسی تعلیم و تربیت را در محضر فرزنگانی چون جلال‌الدین همائی، بدیع‌الزمان فروزانفر، ملک‌الشعری بهار، سید کاظم عصار، رضا زاده شفق و ... فراگرفت. به سال ۱۳۱۷ با احراز رتبه یکم از دانشسرای عالی فارغ‌التحصیل شد و گواهینامه لیسانس ریاضی را به

دست آورد و به استخدام رسمی وزارت فرهنگ (که وزارت کنونی آموزش و پرورش و علوم را در بر داشت) در آمد.

به سال ۱۳۲۱ که من به تهران منتقل شدم او بازرس عالی وزارت بود. پیش از آن، در دو فاصله کوتاه مدت پیش و پس از دوره افسری وظیفه، دبیری دبیرستان‌های اردبیل و همدان، چند سال دبیری دبیرستان‌های تبریز و در روبه‌رویی با جریان فرقه دموکرات آذربایجان انتقال به تهران و دبیری دبیرستان البرز را پشت سر گذارده بود؛ ضمن آنکه تدریس ریاضیات دانشکده افسری را هم به عهده داشته است.

پس از آنکه امتیاز انتشار مجله ریاضی یکان را به دست آوردم، از همکاری‌های مجدانه و بی‌شائبه آقای عسجدی در جهت‌های مختلف برخوردار بودم. به ویژه با تسلطی که بر همه زمینه‌های ریاضیات داشت به درخواست من و به سفارش استاد دکتر محسن هشترودی پذیرفت که مجموعه همه مقاله‌ها و مسئله‌های فراهم آمده برای چاپ شماره یکم مجله را به دقت بررسی کند، با وجود آنکه کاری بسیار وقت‌گیر بود. در جریان انتشار مجله هم، مقاله‌های ارزنده و آموزنده‌ای را در زمینه‌های مختلف در اختیار ما می‌گذاشت.

در آن سال‌ها، لزوم تحول اساسی در برنامه‌ها و در کتاب‌های درسی ریاضی بر پایه ریاضیات جدید در همه کشورها مطرح بود و در ایران هم انعکاس می‌یافت. در جامعه ریاضی ایران لزوم انتشار کتابی مرجع در زمینه کلیات مفاهیم اساسی ریاضیات جدید احساس می‌شد. آقای عسجدی که همواره از راه مطالعه جدیدترین منابع معتبر، خود را در جریان آخرین تحول‌های علمی نگه می‌داشت، در این راه هم پیشگام شد و کتاب مبانی منطق و ریاضی جدید را فراهم آورد و منتشر کرد که اقبال عامه یافت و به ویژه مورد استفاده دبیران ریاضی بود. در کتاب، ابتدا مفاهیم منطق ارسطویی و نظریه‌های جاری ریاضیات و سپس مفاهیم منطق جدید (=منطق صوری) و کلیات ریاضیات جدید به زبان ساده بیان شده بود.

آنگاه که برنامه‌های درسی ریاضی ایران هم متحول شد و لازم آمد کتاب‌های درسی ریاضی هم با آن برنامه‌ها هماهنگ باشند، آقای عسجدی برای همکاری به سازمان کتاب‌های درسی ایران دعوت شد و تا پایان خدمت خود سرپرستی گروه ریاضی آنجا را به عهده داشت و من هم در همه آن مدت دستیارش بودم، از اطلاعات و سیعش بهره می‌بردم و از نکته‌بینی‌هایش پند می‌آموختم.

مطالعه و تحقیق و شرکت در کنفرانس‌هایی در زمینه نسبیت، سرگرمی مطلوب آقای عسجدی در اوقات فراغت بود. در این باره گاه به نکته‌هایی برمی‌خورد که آنها را با اصل نظریه متناقض می‌یافت. موضوع را با دقت و همه جانبه بررسی می‌کرد و با استادانی از دانشگاه‌های معروف دنیا که در زمینه نسبیت تخصص داشتند در میان می‌گذاشت و آنگاه که آنان هم اعتراض او را وارد می‌دانستند، موضوع را به صورت مقاله یا جزوه مستقل چاپ می‌کرد و به اطلاع علاقه‌مندان می‌رساند. جزوه‌های نقد و تحقیق درباره نسبیت هم‌زمانی مأخوذ از نظریه نسبی اینشتین و ناسازگاری یک ناظر برای دو دستگاه که در تیر و بهمین ۱۳۵۴ چاپ شده از این نمونه‌اند. آخرین اثر آقای عسجدی در زمینه نسبیت، که به نام نسبیت، نظریه خصوصی و عمومی در ۱۳۶۱ در تهران چاپ شده است، ترجمه کتابی است که خود آلبرت اینشتین به منظور بیان ساده و همه فهم نظریه‌اش آن را تألیف کرده است. تألیف‌های دیگر آقای عسجدی بالغ بر پانزده جلد و در زمینه ریاضیات بوده و افزون بر آن، ده‌ها مقاله از او در مجله‌های علمی چاپ شده است.

آقای عسجدی با علم و یقین به اعتقاد دینی و مذهبی خود پایبند بود. از هرکس و در هر کجا اگر گفته‌ای را می‌شنید یا کرداری را می‌دید و از آن توهین به مقدسات مذهبی را احساس می‌کرد، بی‌پروا در مقام پاسخگویی برمی‌آمد، در عین آنکه خرافات را آفت دین و دانش می‌دانست.

او نه تنها در ریاضیات و در نظریه نسبیت بلکه در زمینه‌های دیگر علمی و همچنین در ادبیات ممتاز بود. شعرهای زیادی از فارسی و عربی را حفظ داشت. نویسنده‌ای خوش قلم و سخن‌وری شیرین بیان بود. در هر جمع که حضور می‌یافت، دیگران خیلی زود با او انس می‌گرفتند. با بسیاری از فضلا و استادان سرشناس و بیش از همه با آقایان دکتر حسابی و دکتر هشترودی مراوده داشت و اینان او را گرمی می‌داشتند. پیشرفت علمی جامعه را منوط به پرورش معلمان ورزیده دلسوز و موکول به تأمین آسایش و رعایت احترام مناسب حال آنان می‌دانست. در سلسله مقاله‌هایی که با عنوان «چرا معلم ریاضی شدم؟» و در چند شماره از مجله یکان از او به چاپ رسید، تأکید عمده‌اش بر حفظ مقام معلم بود و در پایان چنین آورده بود:

واصبر لدانک إن جفوت طيبة
واقنع بجهلک إن حقرت معلما

إن المعلم والطیب کلاهما
لا ینصحان إذا هما لم یکرما

به این مضمون: اگر پزشک را از خود برنجانی باید با دردی که داری بسازی و اگر معلم را کوچک بشماری، فراتر از نادانی خود چیزی نخواهی دانست.

این دانشمند فرهیخته و به تمام معنی یک انسان والا، نزدیک به دو سال بود که در اثر بیماری از مطالعه و از افاضه علمی بازمانده بود و سرانجام مقهور آن بیماری شد و [در دی ماه ۱۳۸۱] روی در نقاب خاک کشید. او فرزانه فرزانه پرور بود. سه فرزندش از فرهیختگانند و در کسب مقام‌های علمی از افتخارات کشور به شمار می‌آیند. با وجود اینان، نام و یادش جاویدان و دوامش ثبت بر جریده عالم است.



فَلتُؤيِّتُكَ قِبلةً تَرْضِيها، فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ،
وَحيثُ ما كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ...



مقدمه

از دانشمند گرامی آقای غلامرضا عسجدی

قبلاً با توجه و حضور قلب، چند آیه از سوره‌های بقره و آل عمران از قرآن مجید را تلاوت می‌کنیم:

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَلِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ فَأَيْنَمَا تُولُوا فَتَمَّ وَجْهُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ وَسِعَ عِلْمَهُ (بقره-۱۱۵)
قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ
وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ إِنَّ الدِّينَ أُوتِيَ الْكِتَابَ لِيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَمَا
اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ (بقره-۱۴۴)

إِنَّ أَوَّلَ بَيْتٍ وُضِعَ لِلنَّاسِ لَلَّذِي بِبَكَّةَ مُبَارَكًا وَهُدًى لِّلْعَالَمِينَ (آل عمران-۹۶)
صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ.

شهر مقدس مکه معظمه در جهان توحید ابراهیمی مقام ارجمند و والا دارد و بر هر مسلمان فرض است که در مدت عمر خود اگر بتواند لااقل یک بار در موقع معین به آن شهر سفر کند و در مراسم و مناسک حجة الحرام شرکت جوید؛ و نیز بر او واجب است که هر شبانه روز پنج مرتبه رو به سمت آن به درگاه آفریننده خود، خدای عالمیان نماز بگزارد.

آقای عبدالحسین مصحفی، مؤلف محترم این کتاب، مرا دوستی از ذخائر عمر محسوب می‌شود. متجاوز از بیست سال پیش که برای یک مأموریت امتحانات فرهنگی به شهرستان یزد سفر کرده بودم، با یکدیگر آشنا شدیم. از همان ملاقات اول نظر به تجانس روحی و سادگی ظاهری به صورت دو دوست درآمدیم که گفته‌اند الأرواح جنود مجنّدة. در شروع دوستی ما، آقای مصحفی یک عکس از ستاره‌های دور قطبی که خود با دوربینی ساده از آسمان برداشته بودند، به من هدیه کردند که هنوز آن را در اختیار دارم.

عکس‌های نجومی با اقسام و انواع مختلف زیاد است ولی ارزش این عکس در این بود که ایشان با دوربین کوچک که آن را دو ساعت تمام رو به آسمان زیبای یزد باز گذاشته بودند، کمان‌هایی سی درجه از حرکت ستاره‌های دور قطبی به دست آورده بودند. بعداً ایشان به تهران منتقل شدند و به نشر مجله ریاضی یکان اقدام نمودند که این خدمت مهم علمی و فرهنگی بر کسی پوشیده نمانده است و مسلماً هیچگاه فراموش نخواهد شد.

آقای مصحفی علاوه بر مجله یکان، آثار دیگری از تألیف و ترجمه در زمینه ریاضیات منتشر ساخته‌اند. کتاب حاضر نمونه دیگری از کارهای ایشان است که در زمینه عملی علم هیئت مخصوصاً در یک مسئله جالب یعنی قبله‌یابی است. یک فرد مسلمان برای توجیه خود به سمت قبله به هنگام نماز تکلیف خاص مذهبی دارد که او را از مراجعه به کتب علمی بی‌نیاز می‌کند. از طرف دیگر، خداوند متعال ازلی و ابدی و واجب‌الوجود بی‌نهایت به تمام معنی است و جهتی بر او متصور نیست، کما اینکه در آیه اول که تلاوت شد، این معنی روشن می‌شود، لیکن این تخصیص کعبه رفع تجرید از ذات عزوجل نیست بلکه نمونه خاص از یک مسئله عام است که دستور داده شده و اهمیت قبله را نشان می‌دهد و بر اشخاص متعهد و متخصص تکلیف است که برای روشن شدن افکار عامه برای شناسایی قبله کوشش کنند.

این کتاب، که نمونه‌ای از چنین کوششی است برای دانشجویان علوم ریاضی هدیه عام و برای علاقه‌مندان به قبله و نماز هدیه خاص و نفیس شمرده می‌شود. استفاده خوانندگان از این کتاب به ظاهر کوچک پاداش و اجر معنوی بزرگ برای مؤلف خواهد بود.

برای اینکه در این کار پر خیر و برکت، نگارنده این سطور نیز سهمی داشته باشم، می‌خواهم با اجازه مؤلف محترم چند نکته بر بیانات سودمند و مستدل ایشان در اینجا اضافه کنم، شاید مورد توجه خوانندگان قرار بگیرد و برای اینجانب نیز اغتنام فرصت برای کسب فیض محسوب شود؛ چنانکه خواننده ضمن بررسی ملاحظه می‌کند، در این کتاب به غیر از مطالب جنبی که برای توضیح مقصود آورده شده، دو مسئله اساسی مورد توجه و هدف بوده است که این دو مسئله به اختصار چنین است:

تعیین جهت قبله روی زمین یک محل به وسیله مشاهده خورشید؛

محاسبه زاویه انحراف قبله از نصف النهار یک محل به راست یا به چپ (غربی یا شرقی).

اکنون در مورد این دو موضوع به چند نکته اشاره می‌شود:

اولاً تعیین جهت قبله از یک نقطه کره زمین که در آنجا روز و خورشید قابل رؤیت باشد، امکان‌پذیر است: همان‌گونه که در کتاب آمده، به شرطی که در لحظه مشاهده خورشید در شهر مکه (یا نقطه متقاطع آن) ظهر حقیقی و تابش نور خورشید عمودی باشد اگر رو به خورشید بایستیم، جهت مقابل (یا جهت پشت سر) جهت مکه خواهد بود. مؤلف نشان داده است که این اتفاق چهار مرتبه در بعضی از روزهای سال ممکن می‌شود: اوایل خرداد و اواخر تیر برای جهت مقابل، اوایل آذر و اواخر دی برای جهت پشت سر. اظهار کلمه روز در اینجا حالت تقریب دارد زیرا که خورشید در یک لحظه می‌تواند تابش عمودی داشته باشد و بلافاصله تغییر زاویه تابش می‌دهد که در متن کتاب چگونگی تعیین این لحظه به تقریب بیان شده است. یک تقریب دیگر مربوط به این می‌شود که زمین را کره کامل فرض کنیم، در صورتی که چنین نیست.

توضیح دیگر این مطلب چنین است: اگر در فرصت کوتاهی میل خورشید D و عرض جغرافیایی یک محل λ باشد، ارتفاع h خورشید در ظهر حقیقی آن محل که به اوج خود می‌رسد از رابطه

$$h = 90^\circ - |\lambda - D|$$

به دست می‌آید. λ و D اندازه‌های جبری هستند که بر حسب شمالی یا جنوبی بودن مثبت یا منفی می‌باشند. برای اینکه در ظهر مکه ارتفاع خورشید 90° درجه باشد، برای مکه با عرض جغرافیایی $26^\circ 21'$ باید داشته باشیم:

$$\lambda = D = 26^\circ 21'$$

و برای نقطه متقاطع مکه باید داشته باشیم:

$$\lambda' = D' = - (26^\circ 21')$$

چون میل خورشید روی دایره البروج مابین $(23^\circ 27')$ و $(23^\circ 27')$ - تغییر می‌کند، پس برای تمام نقاطی از کره زمین که عرض جغرافیایی آنها در نامساوی $(23^\circ 27') \leq \lambda \leq (23^\circ 27')$ - صدق می‌کند، مانند مکه، امکان این هست که بعضاً در ظهر حقیقی خورشید با ارتفاع 90° درجه داشته باشند و این اتفاق مخصوص شهر مکه یا نقطه متقاطع آن نیست. از اینجا معلوم می‌شود که روش پیدا کردن سمت به وسیله مشاهده خورشید منحصر به مکه نیست و مصادیق دیگر هم دارد. ولی برای نقاطی از کره زمین که

عرض جغرافیایی آنها بزرگتر از $(۲۳^{\circ} ۲۷')$ یا کوچکتر از $(۲۳^{\circ} ۲۷')$ باشد، این روش برای تعیین جهت آنها قابل عمل نیست، زیرا که شعاع خورشید بر صفحه افق آنها هرگز عمودی نخواهد تابید.

مطلب قابل تذکر دیگر اینکه اگرچه امتداد سمت الرأس و سمت القدم‌های شهر مکه و نقطه متقاطر آن بر هم منطبق است، لیکن اگر ظهر روزی خورشید در سمت الرأس مکه باشد، پس از حدود ۱۲ ساعت که نیمه شب مکه و در نتیجه ظهر نقطه متقاطر آن می‌رسد، خورشید در سمت الرأس نقطه متقاطر نخواهد بود، زیرا که:

$$\text{برای مکه: } D = \lambda = ۲۱^{\circ} ۲۶' \Rightarrow h = ۹۰^{\circ}$$

$$\text{برای نقطه متقاطر مکه: } D = ۲۱^{\circ} ۲۶' \Rightarrow h = ۴۷^{\circ}, \lambda = - (۲۱^{\circ} ۲۶')$$

به این دلیل تابش عمودی نور خورشید بر زمین مکه در بعضی از روزهای خرداد و تیر موجب تابش عمودی آن بر زمین نقطه متقاطر مکه در همان روزها نخواهد بود. بلکه باید صبر کرد تا آذر و دی برسد، یعنی چهار روز جهانی که مؤلف اسم برده‌اند با هم جمع نمی‌شوند؛ دو روز از آنها مخصوص مکه و دو روز دیگر مخصوص نقطه متقاطر مکه است.

مسئله دوم اساسی در این کتاب محاسبه زاویه انحراف قبله از نصف النهار محل ابتدا از جنوب به شرق یا به غرب است. این مسئله در واقع حل یک مسئله کروی AQM است که در آن شهر مکه، Q قطب جنوب، A یک محل یا شهر مورد نظر، مثلاً تهران، است. مثلث مسطحه در چهار حالت حل می‌شود، در صورتی که مثلث کروی در شش حالت قابل حل است. در اینجا از مثلث مورد بحث دو ضلع و زاویه بین آنها داده شده است: ضلع a که هرگاه عرض جغرافیایی مکه $۲۱^{\circ} ۲۶'$ باشد، داریم: $a = ۱۱۱^{\circ} ۲۶'$ ، ضلع m که برابر است با مجموع جبری ۹۰° با عرض جغرافیایی محل مورد نظر که اندازه جبری این عرض مثبت یا منفی اختیار می‌شود، بر حسب آنکه شمالی یا جنوبی باشد، زاویه Q که اختلاف طول‌های جغرافیایی مکه و محل مورد نظر است و مثبت و بین ۰° و ۱۸۰° مشخص می‌شود. پس از حل مثلث علامت زاویه انحراف قبله با توجه به شکل معین می‌شود.

محاسبه زاویه انحراف قبله یک محل را به ترتیبی که در کتاب آمده است، می‌توان به صورت جدول زیر تنظیم کرد و با آخرین معلومات مورد استفاده قرار داد:

۱- معلومات: مختصات جغرافیایی مکه M، مختصات جغرافیایی محل مورد نظر A.

$$M \left| \begin{array}{l} \text{طول جغرافیایی} = + \dots \\ \text{عرض جغرافیایی} = - \dots \end{array} \right. \text{ مکه}$$

$$A \left| \begin{array}{l} \text{طول جغرافیایی} = \pm \dots \\ \text{عرض جغرافیایی} = \pm \dots \end{array} \right. \text{ محل مورد نظر}$$

۲- مفروضات: در مثلث کروی MQA:

$$a = 90^\circ + (\text{عرض جغرافیایی مکه})$$

$$m = 90^\circ \pm (\text{عرض جغرافیایی محل})$$

$$Q = |(\text{طول جغرافیایی محل}) \pm (\text{طول جغرافیایی مکه})|$$

۳- فرمول‌ها:

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos \frac{a-m}{2} \cdot \cot \frac{Q}{2}}{\cos \frac{a+m}{2}}$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin \frac{a-m}{2} \cdot \cot \frac{Q}{2}}{\sin \frac{a+m}{2}}$$

۴- محاسبات: محاسبه هر یک از مقادیر زیر:

$$\frac{a+m}{2}, \log \cos \frac{a+m}{2}, \text{co log cos } \frac{a+m}{2}$$

$$\log \sin \frac{a+m}{2}, \text{co log sin } \frac{a+m}{2}$$

$$\frac{a-m}{2}, \log \cos \frac{a-m}{2}, \log \sin \frac{a-m}{2}$$

$$\frac{Q}{2}, \log \cot \frac{Q}{2}$$

۵- تعیین هر یک از حاصل جمع‌های زیر:

$$\log \cos \frac{a-m}{2} + \log \cot \frac{Q}{2} + \text{co log cos } \frac{a+m}{2}$$

$$\log \sin \frac{a-m}{2} + \log \cot \frac{Q}{2} + \text{co} \log \sin \frac{a+m}{2}$$

۶- تعیین آنتی لگاریتم هر یک از حاصل جمع‌های بالا، یعنی تعیین دو مقدار

$$\frac{A-M}{2} \text{ و } \frac{A+M}{2}$$

۷- تعیین جواب از رابطه:

$$A = \frac{A+M}{2} + \frac{A-M}{2}$$

۸- به منظور امتحان جواب، تعیین M از رابطه:

$$M = \frac{A+M}{2} - \frac{A-M}{2}$$

۹- بررسی صحت فرمول:

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin m}{\sin M}$$

که به صورت لگاریتمی می‌شود:

$$\log \sin a + \log \sin M = \log \sin A + \log \sin m$$

خواننده علاقه‌مند و آشنا به محاسبات ریاضی بالا می‌تواند با مراجعه به منابع معتبر، مختصات جغرافیایی شهر یا شهرهایی را که مسلمان‌ها رفت و آمد دارند، به دست آورده و زاویه انحراف قبله این شهر یا شهرها را حساب کند و نتایج به دست آمده را در دسترس دیگران بگذارد که خدمتی مأجور خواهد بود، مخصوصاً اگر به اندازه‌های دقیق‌تری از مختصات جغرافیایی مکه و بعضی شهرهای دیگر دسترسی پیدا کرده باشد.

ومن الله التوفيق وعليه التكلان

غلامرضا عسجدی

تهران، ۱۳۶۳/۰۲/۱۰

فهرست

<p>۴۷ ظهر حقیقی تهران در ۷ خرداد ۱۳۶۳</p> <p>۴۷ ظهر حقیقی تهران در ۲۵ تیر ۱۳۶۳</p> <p>۴۸ روش دوم محاسبه</p> <p>۴۸ ظهر حقیقی مشهد در ۷ خرداد ۱۳۶۳</p> <p>۴۸ ظهر حقیقی مکه در ۷ خرداد ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران</p> <p>۴۸ ظهر حقیقی مکه در ۲۵ تیر ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران</p> <p>۴۹ روش سوم محاسبه</p> <p>۴۹ روش چهارم محاسبه</p> <p>۴۹ ظهر حقیقی مکه بر حسب ساعت جهانی و بر حسب چند ساعت دیگر</p> <p>۵۲ -۴ تعیین جهت قبله</p> <p>۵۲ الف- اصطلاحات</p> <p>۵۲ روبه یک نقطه یعنی چه؟</p> <p>۵۳ جهت در روی کره</p> <p>۵۴ قبله</p> <p>۵۴ جهت قبله</p> <p>۵۵ صفحه سمت قبله</p> <p>۵۵ خط سمت قبله</p> <p>۵۵ زاویه انحراف قبله</p> <p>۵۷ ارتفاع سمت مکه</p> <p>۵۹ ب- شناخت جهت قبله از راه مشاهده</p> <p>۵۹ مقدمه</p> <p>۶۰ نظر پیشینیان</p> <p>۶۰ بررسی دقیق تر</p> <p>۶۲ روزهای جهانی قبله یابی</p> <p>۶۳ اهمیت نقش دولت ها و رسانه های گروهی</p> <p>۶۴ عبور روزانه خورشید از صفحه سمت قبله</p> <p>۶۵ ج- محاسبه زاویه انحراف قبله</p>	<p>۲۱ ۱- پیشگفتار</p> <p>۲۹ ۲- دانستنی های مقدماتی</p> <p>۲۹ الف- درباره کره</p> <p>۲۹ دایره عظیمه</p> <p>۲۹ فاصله زاویه ای و فاصله طولی دو نقطه از کره</p> <p>۳۱ مثلث کروی</p> <p>۳۲ ب- دانستنی ها از هیئت و از جغرافیای ریاضی</p> <p>۳۲ زمین و آسمان و حرکت های آنها</p> <p>۳۳ حرکت یومی</p> <p>۳۳ قائم مکان، افق مکان</p> <p>۳۴ سمت الرأس، سمت القدم</p> <p>۳۴ نصف النهار، خط نصف النهاری</p> <p>۳۵ سمت و ارتفاع</p> <p>۳۶ استوا، مدارها، دایره البروج</p> <p>۳۷ بعد و میل خورشید</p> <p>۳۸ خورشید حقیقی، خورشید متوسط</p> <p>۳۸ تعدیل زمان</p> <p>۳۸ ساعت محلی</p> <p>۳۹ ساعت رسمی یا ساعت قانونی</p> <p>۴۰ ساعت جهانی</p> <p>۴۰ مختصات جغرافیایی</p> <p>۴۳ ۳- تعیین ظهر حقیقی و خط نصف النهاری</p> <p>۴۳ ظهر حقیقی = ظهر شرعی</p> <p>۴۳ شاخص آفتابی</p> <p>۴۵ استفاده از تنودولیت</p> <p>۴۶ ظهر حقیقی بر حسب ساعت رسمی</p> <p>۴۶ کسب اطلاع از مآخذ رسمی</p> <p>۴۶ محاسبه، اولین روش</p>
--	--

۶۵	مقدمه
۶۵	روش حل مثلث کروی
۶۸	امتحان درستی جواب‌ها
۶۸	حالت‌های خاص
۶۹	مثال‌های نمونه
۶۹	انحراف قبله تهران
۷۲	انحراف قبله گرینویچ
۷۳	انحراف قبله بوئنوس آیرس
۷۴	انحراف قبله بیت المقدس
۷۵	انحراف قبله مکه نسبت به بیت المقدس



۱ - پیشگفتار

هر مسلمان برای برگزاری نمازهای روزانه، همچنین در موارد دیگر، ناچار از شناخت سمت قبله است. مسئله شرعی چگونگی انتخاب جهت قبله به هنگام برگزاری فریضه‌ها، در کتاب‌های فقهی و در رساله‌های عملی مراجع تقلید بیان گردیده و در این باره تکلیف هر فرد مسلمان در موقعیت‌های گوناگونی که برایش پیش آید معین می‌باشد. اما یافتن جهت دقیق قبله هر محل یک مسئله نجومی - ریاضی است و دستیابی بدان علاوه بر داشتن تخصص در دانش‌های نجوم و ریاضی، به دانستی‌هایی از جغرافیای ریاضی نیز نیاز دارد. از اینروست که تقریباً بیشتر از فقیهان در یافتن جهت قبله استناد به قول متخصص را هرچند هم که غیر مسلمان باشد، معتبر دانسته‌اند. در کتاب حبل المتین تألیف شیخ بهایی، گفتار گسترده‌ای درباره اعتماد فقیهان به اهل هیئت و ریاضی در موضوع قبله‌یابی به میان آمده است که پاره‌ای از آن، به نقل از کتاب قبله شناسی تألیف سردار کابلی، در زیر یادآوری می‌شود:

«... و اما قول تو که وثوقی به اسلام ایشان چه جای عدالتشان نیست، پس چگونه اعتماد بر کلام ایشان قبل از تعیین نمودن به مضمون آن روا باشد، پس کلامی است که از حلیه صواب عاری است؛ چه تعیین غیر شرط است، و رجوع فقها در آنچه محتاجند به آن در هر فنی به علمای آن فن و اعتماد ایشان بر قواعد اهل آن فن، هرگاه مخالفتی با قانون شرع نداشته باشد، شائع و ذائع و معروف است میان ایشان خلفاً عن سلف، مثل رجوع ایشان در مسائل نحو به نحات، در مسائل لغت به لغویین، و در مسائل طب به اطباء، و در مسائل مساحت و جبر و مقابله و خطاین و آنچه بدانها ماند، به اهل حساب، بدون رسیدگی به عدالت و فسق ایشان، بلکه آن مسائل را به طریق تسلیم از ایشان فراگرفته، عمل به آنها کنند بدون نظر در دلائل ایشان که ایشان را به آنها رسانیده، به واسطه حصول ظن غالب به اینکه جماعتی بسیار از حاذقین در صناعتی از صناعات همین که در آنچه که متعلق به آن صناعت است، متفق الکلمه شده‌اند دورتر از خطاست و این از قبیل ظنی است که به خبر شیاع حاصل می‌شود اگرچه فساق یا کفار باشند، چه تواطؤ ایشان بر دروغ دور است...»

تقریباً همه ریاضیدانان اسلامی از متأخرین و متقدمین، و به ویژه آن دسته از فقیهان که در دانش‌های ریاضی و نجوم نیز تبحر داشته‌اند، درباره قبله‌شناسی کتاب یا رساله نگاشته‌اند. می‌توان گفت که مسئله قبله‌شناسی و قبله‌یابی انگیزه‌ای بوده است در گسترش و

پیشرفت دانش‌های مثلثات و مثلثات کروی تا آنجا که دانشمندان اسلامی، دانش اخیر را به حد کمال خود رسانیده‌اند.

در نیم سده کنونی نیز علاوه بر کتاب‌های متعدد مربوط به قبله‌یابی که در کشورهای دیگر چاپ و منتشر شده است (از جمله بخش زیر عنوان «قبله» از دائرةالمعارف اسلامی به خامه دکتر کینگ^۱)، در ایران نیز غیر از جدول‌های قبله‌یابی مندرج در تقویم‌ها، چند کتاب و رساله جامع درباره شناخت قبله و سمت آن نگارش یافته است.^۲ از جمله:

- دو جلد مفصل کتاب قبله اسلام، کعبه یا مسجدالحرام، نگارش آیت الله کمراهی که در آن از فلسفه و حکمت قبله و از مسئله بیت المقدس و تحول قبله گفتگو شده است.

- کتاب معرفة القبلة، استخراج سرتیپ مهندس عبدالرزاق بغایری با مقدمه مورخ ۲۳ رمضان ۱۳۷۱ از حجة الاسلام حاج شیخ حسین خراسانی. این کتاب به قطع جیبی است و در آن مختصات جغرافیایی و زاویه انحراف قبله نزدیک به ۱۵۰۰ شهر از ایران و از کشورهای پنج قاره جهان به ترتیب الفبا درج گردیده است.

- کتاب قبله‌شناسی یا قبله‌نمای جهان، تألیف حیدرقلی سردار کابلی با تقریظ از طرف آیت الله حاج سید ابوالقاسم کاشانی چاپ ۱۳۲۳ شمسی. مؤلف کتاب علاوه بر دارا بودن درجه اجتهاد و تسلط بر زبان‌های فارسی و انگلیسی و عربی (و چند زبان دیگر) بر ریاضیات روز نیز احاطه داشته است و کتاب را نخست به زبان عربی زیر عنوان تحفة الأجله في معرفة القبلة تألیف کرده، سپس آن را به زبان فارسی برگردانده است.^۳ در این کتاب علاوه بر روش‌هایی از خود مؤلف، روش‌هایی را که پیشینیان برای یافتن زاویه انحراف قبله به کار برده‌اند، بازگو شده و محاسبات آنان از نو و با کاربرد جدول‌های لگاریتم انجام گرفته است. در پایان کتاب نیز مختصات جغرافیایی و زاویه انحراف قبله و ارتفاع سمت مکه مربوط به شهرهای مهم دنیا در یک جدول نموده شده است. این کتاب

۱. اثر دیگر کینگ در این زمینه قبله یابی در اسلام نام دارد که آقای حسن ناهید آن را به فارسی ترجمه کرده‌اند. _ و

۲. کتاب کاربرد علوم در قبله‌یابی اثر ماشاءالله علی احيایی نیز در این زمینه در سال ۱۳۶۷ منتشر شده است. _ و

۳. ترجمه فارسی دیگری از این اثر نیز به دست مهدی سهرابی تهیه و در سال ۱۳۸۹ در خانه ریاضیات اصفهان (با همکاری انتشارات فاطمی) منتشر شده است.

بهترین راهنما است برای افرادی که به شناسایی و بررسی روش‌های گوناگون قبله‌یابی علاقه داشته باشند.

- جزوه قبله‌نمای رزم آرا، در توجیه قبله‌نمای مغناطیسی رزم آرا، چاپ ۱۳۳۲.
- در کتاب‌های مقدمه‌ای بر علم نجوم و حل المسائل نجوم، تألیف عباس ریاضی کرمانی (چاپ ۱۳۴۵ از انتشارات دانشگاه تهران)، ضمن بیان مثال‌هایی درباره حل مثلث کروی، زاویه انحراف قبله تهران محاسبه شده و پس از آن زاویه انحراف قبله شهرهای مهم ایران در یک جدول نموده شده است (درس‌های دانشگاهی آقای دکتر ریاضی کرمانی نیز همواره مبحث قبله‌یابی را شامل بوده و نگارنده که از جمله دانشجویان کلاس ایشان بوده از آن بهره کامل برده است).

در یافتن سمت قبله به هیئت‌دانان مراجعه و اعتماد می‌شود. اما بررسی دستاوردهای اینان ناهماهنگی‌هایی را نشان می‌دهد که چند نمونه از آن یادآوری می‌شود:

- ابوریحان بیرونی که از بزرگترین دانشمندان ایران بلکه همه جهان است و موشکافی و نکته‌بینی وی در حل مسئله‌های علمی گوناگون زبانزد است، در تألیف خود به نام تحدید نہایات الأماکن... (ترجمه احمد آرام از انتشارات دانشگاه تهران) زاویه انحراف قبله غزنین را برابر با $۱۵' ۴۸'' ۷۰^{\circ}$ به دست آورده است. در حالی که زاویه انحراف قبله همین شهر در کتاب قبله‌شناسی سردار کابلی برابر با $۴۴' ۱۳'' ۷۱^{\circ}$ و در کتاب معرفة القبلة مهندس بغایری برابر با $۵۰' ۴۲'' ۷۱^{\circ}$ نموده شده است.

- علامه محمدباقر مجلسی در کتاب اختیارات در فصل معرفت قبله چنین نوشته است: «... بنای قول بر اهل رصد است و اختلاف بسیار در اقاویل ایشان است. چنانچه در خصوص قبله اصفهان در مسجد جامع قدیم اصفهان، انحراف از خط نصف النهار به جانب مغرب بنا بر زیچ قدیم است و آن سی و سه درجه و چهل دقیقه، و بنا بر استخراج از زیچ جدید میرزا ابن شاهرخ که مسجد جامع عباسی را بر آن مقرر ساختند انحراف قبله آن بر چهل درجه و بیست و هشت دقیقه و پنج یا شش ثانیه مقرر فرموده‌اند...». زاویه انحراف قبله اصفهان در کتاب قبله‌شناسی سردار کابلی با قید تحقیقاً برابر با $۳۲' ۵۷'' ۴۵^{\circ}$ و در معرفة القبلة بغایری برابر با $۲۸' ۰۳'' ۴۶^{\circ}$ به چشم می‌خورد.
- زاویه انحراف قبله تهران در تقویم سال ۱۳۰۳ استخراج مصباح نجم‌الممالک برابر با

۳۰' ۳۱°، در قبله‌شناسی سردار کابلی برابر با "۱۵' ۲۷° ۳۸"، در معرفة القبلة بغایری برابر با "۳۶' ۲۸° ۳۸"، در حل المسائل نجوم دکتر ریاضی کرمانی برابر با "۱۵' ۲۷° ۳۸" و در دائرة المعارف فارسی برابر با "۳۰' ۳۷°" نموده شده است.

علت این ناهماهنگی‌ها در چیست؟

- نخست باید گفت که برای یافتن زاویه انحراف قبله هر محل، روش‌های گوناگون به کار رفته است که برخی از این روش‌ها نادرستی‌هایی را در بر دارد.
- دوم آنکه برای یافتن سمت قبله هر محل به دانستن طول و عرض جغرافیایی آن محل و مکه نیاز است. این اندازه‌ها به کمک ابزارهایی به دست می‌آیند که هرچه این ابزارها پیشرفته‌تر و دقیق‌تر باشند، محصول کار آنها دقیق‌تر خواهد بود. ابوریحان برای به دست آوردن مختصات جغرافیایی شهرها برخی از ابزارها را خودش ساخته یا اختراع کرده است (گویا ورنیه را نخستین بار وی به کار برده است) و با این همه ابزارهای ساخت وی نمی‌توانسته است به دقت ابزارهای امروزی باشد، به ویژه که ابزارهای نجومی در گذشته بدون عدسی بوده‌اند. امروزه برای تعیین مختصات جغرافیایی یک مکان، از دوربین‌های نجومی و از ساعت‌های بسیار دقیق و از فرستنده‌های رادیویی بهره می‌گیرند که در زمان‌های پیش، این ابزارها در دسترس نبوده است. از اینروست که مختصات جغرافیایی مکه و همچنین شهرهای دیگر را نزد هیئت‌دانان با اندازه‌های متفاوت مشاهده می‌کنیم. چنانکه ابوریحان در کتاب تحدید نهایات الأماكن... تألیف سال ۴۱۶ هجری قمری، طول جغرافیایی مکه را برابر با ۶۸° (نسبت به مبدأ جزایر خالدات) و عرض آن را برابر با ۴۰' ۲۱° دانسته است. در کتاب تقویم البلدان، تألیف ابوالفداء به سال ۷۲۱ هجری قمری (ترجمه عبدالمحمد آیتی، چاپ ۱۳۴۹، بنیاد فرهنگ ایران)، مختصات جغرافیایی مکه در پنج اندازه به شرح زیر به چشم می‌خورد:

منابع	طول (نسبت به خالدات)	عرض
اطوال	۶۷° ۱۳'	۲۱° ۴۰'
قانون	۶۷°	۲۱° ۲۰'

۲۱° ۳۱'	۶۷° ۳۱'	ابن سعید
۲۱°	۶۷°	رسم
۲۱° ۴۰'	۶۷° ۱۰'	کوشیار

امروزه هم که ابزارهای پیشرفته در دسترس است، باز مشاهده می‌شود که در کتاب‌های مرجع، برای مختصات جغرافیایی مکه اندازه‌های ناهمسان ذکر می‌کنند. برای نمونه:

نام	طول (نسبت به گرینویچ)	عرض
<i>The Atlas of the Earth, 1972</i>	۳۹° ۵۴'	۲۱° ۳۰'
<i>The University Atlas, 1972</i>	۳۹° ۵۴'	۲۱° ۳۰'
<i>The Britannica Atlas, 1974</i>	۳۹° ۴۹'	۲۱° ۲۷'
<i>Goode's World Atlas, 1978</i>	۳۹° ۴۵'	۲۱° ۲۷'
<i>New World Atlas, 1980</i>	۳۹° ۵۴'	۲۱° ۳۰'
<i>New Reference Atlas, 1980</i>	۳۹° ۵۴'	۲۱° ۳۰'
<i>The New Atlas, 1980</i>	۳۹° ۴۹'	۲۱° ۲۶'
<i>The Times Atlas of the World, 1980</i>	۳۹° ۴۹'	۲۱° ۲۶'

باید دانست که در هر یک از کتاب‌های قبله‌شناسی سردار کابلی، معرفة‌القبلة بغیری، حل‌المسائل نجوم دکتر ریاضی کرمانی، طول جغرافیایی مکه برابر با ۳۹° ۵۰' و عرض جغرافیایی آن برابر با ۲۱° ۲۵' به کار رفته است.

برای شهرهای دیگر هم وضع به همین گونه است. چنانکه برای تهران داریم:

۱- در قبله‌شناسی سردار کابلی:

عرض: ۳۵° ۴۱' ۶٫۸۳" طول: ۵۱° ۲۵' ۲٫۸"

۲- در معرفة‌القبلة بغیری و حل‌المسائل نجوم دکتر ریاضی کرمانی:

عرض: ۳۵° ۴۱' ۳۸" طول: ۵۱° ۲۵' ۵۸"

۳- در کتاب شرح تقویم‌های مختلف، تألیف تقی ریاحی، چاپ ۱۳۳۵ تهران:

طول: $51^{\circ} 25' 45''$ ($= 3^h 25^m 45^s$)

۴- در اطلس جهان ۱۹۷۲ و ۱۹۸۰:

عرض: $35^{\circ} 40'$ طول: $51^{\circ} 26'$

۵- در اطلس جدید جهان ۱۹۸۰:

عرض: $35^{\circ} 44'$ طول: $51^{\circ} 30'$

۶- در جدول استخراجی دکتر ایرج ملک‌پور از مرکز تقویم دانشگاه تهران:

طول: $51^{\circ} 25' 40.8'' = 51^{\circ} 25' 48.8''$

عرض: $35^{\circ} 42' 39'' = 35^{\circ} 42' 65.8''$

- سوم آنکه برای یافتن سمت قبله هر مکان، با در دست داشتن دانستنی‌های لازم، باید محاسبه‌هایی به نسبت پیچیده روی نسبت‌های مثلثاتی کمان‌هایی انجام گیرد. آنگاه که روش‌های ساده کنونی عمل‌های ضرب و تقسیم و توان شناخته نشده و لگاریتم و ماشین‌های حساب نیز در میان نبود، دستاوردهای محاسبه‌ها نمی‌توانست به دقت امروزی باشد.

امروزه شاهد پیشرفت‌هایی حتی روزانه در تهیه ابزارهای علمی می‌باشیم و از این رو اگر می‌بینیم یک جدول قبله‌شناسی که از زمان استخراج آن بیش از بیست سال نمی‌گذرد، اکنون از نظر دقت بی‌اعتبار است نباید شگفت‌زده شویم. جدولی هم که اکنون استخراج شود به احتمال زیاد در چند سال آینده همین سرنوشت را خواهد داشت. روش درست آن است که روش تحقیق چگونگی تعیین جهت قبله هر محل را بدانیم تا هر زمان که اندازه‌های دقیق‌تر مختصات جغرافیایی را به دست آوریم بتوانیم بر پایه آن، زاویه انحراف قبله آن محل را حساب کنیم. همانگونه که دانشمند گرامی، آیت الله کمره‌ای، در صفحه ۸۳ از کتاب قبله اسلام بیان داشته است: «... بنابراین باید همواره به حسب کیفیت و کمیت وسایل، از وسایل ظنیه وسیله ظن قوی را گرفت و از قوی‌ها اقوی را و از اقواها وسیله علم و وسایل علمیه را اتخاذ کرد...»

در اینجا دو پرسش به میان می‌آید: نخست آنکه آیا در تعیین سمت قبله این همه دقت

لزومی دارد؟ در پاسخ به این پرسش نوشته‌آیت الله کمره‌ای از صفحه ۸۱ کتاب قبله اسلام نقل می‌شود:

«... در عبارت بعضی‌ها آمده که امر قبله این همه دقت‌ها نمی‌خواهد. زیرا در بیان قبله بلاد دور غیر از یک خبر که علامت را نشان می‌دهد، خبری نرسیده و اگر مهم بود و دقت در آن لازم بود، نباید مسکوت عنه بماند، نیز علاماتی که فقها استناد به آن فرموده‌اند، غالباً بیش از ظن استفاده نمی‌دهد. باز در کلمات اصحاب خلاف و اختلاف زیادی در نشانی‌ها دیده می‌شود و هم در روایت فرموده‌اند مابین مشرق و مغرب قبله است. این عقیده البته ناصواب است. زیرا بعد از تصریح در کتاب و سنت به اینکه کعبه یا با مسجد و حرم قبله است و باید به سوی آن استقبال کرد، دیگر چه تسهیلی می‌شود گفت و چگونه تسامح جایز است؟»

پرسش دیگر اینکه می‌دانیم به غیر از مسئله قبله، در مسئله‌های رؤیت هلال ماه، تعیین وقت دقیق هر یک از اذان‌های صبح، ظهر و مغرب نیز ناهماهنگی‌هایی را در نتایج محاسبه‌های منجمان مشاهده می‌کنیم. اما شرح در این موارد بنا را بر مشاهده گذارده است که نادرستی‌ها و اختلاف نتایج محاسبه‌ها در برگزاری فریضه‌ها خللی پدید نمی‌آورد. آیا برای شناخت جهت قبله چنین روشی وجود ندارد؟ باید گفت که چنین روشی وجود دارد و در این گفتار پس از یادآوری دانستنی‌های مقدماتی نخست این روش بازگو می‌شود، آنگاه روش تحقیقی چگونگی محاسبه زاویه انحراف قبله هر محل بیان می‌گردد؛ به گونه‌ای که هرکس که با محاسبات مثلثاتی آشنایی داشته باشد، خواهد توانست با در اختیار داشتن مختصات جغرافیایی مکه و محل مورد نظر، زاویه انحراف قبله آن محل و سایر متعلقات به آن را شخصاً به دست آورد.

در هر یک از این دو روش، جهت قبله و زاویه انحراف قبله تهران و چند محل دیگر به عنوان نمونه به دست می‌آید و در محاسبه‌هایی که به کار خواهد رفت، مختصات جغرافیایی تهران بنا بر جدول استخراجی آقای دکتر ایرج ملک‌پور از مرکز تقویم مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران برابر با:

طول جغرافیایی تهران: $51^{\circ} 25' 40.8''$

عرض جغرافیایی تهران: $35^{\circ} 42' 39''$

اختیار می‌شود. مختصات جغرافیایی مکه نیز بنا بر آخرین چاپ اطلس‌های جغرافیایی

جهان (چاپ ۱۹۸۰) برابر با:

طول جغرافیایی مکه: $۳۹^{\circ} ۴۹'$

عرض جغرافیایی مکه: $۲۱^{\circ} ۲۶'$

پذیرفته می‌گردد. خواننده که اندازه‌های مطمئن‌تر در اختیار داشته باشد، می‌تواند محاسبات را از سر گیرد. به ویژه اگر به اندازه‌هایی از مختصات جغرافیایی مکه دسترسی پیدا کند که از طرف مؤسسه‌های علمی مستقر در مکه با جدیدترین وسایل علمی به دست آمده باشد.

این نکته هم یادآوری می‌شود که ابزارهایی همچون قبله‌نماهای مغناطیسی هرچند که در شناخت جهت قبله به ویژه در مسافرت‌ها کاربرد دارند، اما برای یافتن جهت دقیق قبله یک محل نمی‌توانند به کار آیند؛ زیرا عقربه مغناطیسی شمال مغناطیسی را نشان می‌دهد که با شمال جغرافیایی تفاوت متغیر دارد و علاوه بر آن در نشان دادن شمال مغناطیسی نیز دارای انحراف‌های زمانی و مکانی است. وانگهی، در درجه‌بندی این ابزارها از جدول‌های انحراف قبله بهره گرفته می‌شود که چنانکه یادآوری شد، این جدول‌ها خود اعتبار نسبی دارند.

در پایان از همه دوستان و آشنایان (به ویژه دوستان مقیم خارج از کشور) که از راه مراجعه به آخرین چاپ جدول‌های نجومی و اطلس‌های جغرافیایی و به دست آوردن اطلاعات علمی مورد نیاز، اینجانب را در فراهم آوردن این نوشتار یاری کرده و اطلاعات نجومی مورد نیاز را در اختیار اینجانب قرار دادند، سپاسگزاری می‌شود.

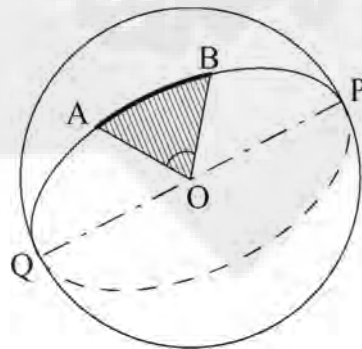
تهران، ۷ فروردین ۱۳۶۳

۲- دانستنی‌های مقدماتی

الف- درباره کره

دایره عظیمه. فصل مشترک کره با هر صفحه که آن را قطع کند، یک دایره است. هرگاه صفحه قاطع بر مرکز کره بگذرد، دایره مقطع آن با کره «دایره عظیمه» نام دارد. شعاع دایره عظیمه با شعاع کره برابر است. بر دو نقطه واقع بر سطح کره، که دو سر قطری از کره نباشند، فقط یک دایره عظیمه می‌گذرد؛ زیرا آن دو نقطه و مرکز کره یک صفحه منحصر به فرد را مشخص می‌کنند. این دایره عظیمه توسط آن دو نقطه به دو کمان نابرابر بخش می‌شود. طول کمان کوچکتر اقصر فاصله بین آن دو نقطه بر روی سطح کره است و طول کمان بزرگتر، از همه کمان‌های دایره‌هایی که روی سطح کره آن دو نقطه را به هم وصل می‌کنند بزرگتر است.

در شکل زیر دو نقطه A و B بر سطح کره به مرکز O نمود شده‌اند و PQ قطر دایره عظیمه‌ای است که بر این دو نقطه می‌گذرد. کمان AB که سیاه‌تر نموده شده، اقصر فاصله بین A و B بر روی سطح کره است.



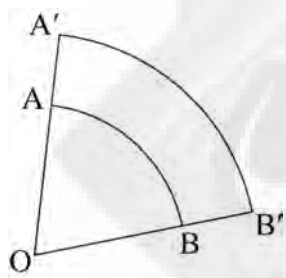
بر دو نقطه که دو سر قطری از کره باشند، دایره‌های عظیمه به تعداد نامحدود می‌گذرد و طول نیمه هر یک از این دایره‌های عظیمه اقصر فاصله بین آن دو نقطه است.

فاصله زاویه‌ای و فاصله طولی بین دو نقطه. اندازه کوچکترین کمان از دایره عظیمه‌ای که بین دو نقطه مفروض از سطح کره واقع است، «فاصله زاویه‌ای» آن دو نقطه نامیده شده و بر حسب واحد زاویه (درجه و اجزاء آن) بیان می‌شود. این فاصله برابر است با اندازه زاویه بین شعاع‌های آن دو نقطه و حداکثر 180° درجه است. در شکل بالا اندازه کمان AB که کمان اندازه زاویه AOB است فاصله زاویه‌ای دو نقطه A و B می‌باشد.

فاصله طولی دو نقطه از سطح کره کوتاه‌ترین مسافتی است که یک متحرک روی سطح کره باید پیماید تا از یک نقطه به نقطه دیگر برود. این فاصله عبارت است از طول کوچکترین کمان از دایره عظیمه‌ای که آن دو نقطه را به هم وصل می‌کند و بر حسب واحد طول، مثلاً متر، بیان می‌شود.

فاصله زاویه‌ای دو نقطه A و B از سطح کره را با \widehat{AB} و فاصله طولی آنها را با AB نشان می‌دهیم. اگر شعاع کره R و واحد زاویه درجه باشد، رابطه‌های زیر را داریم:

$$AB = \frac{2\pi R}{360} \times \widehat{AB} \quad \text{و} \quad \widehat{AB} = \frac{360}{2\pi R} \times AB$$



مثال: هواپیمایی که در ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح زمین و با سرعت ۲۴۰ متر در ثانیه حرکت می‌کند، از لحظه‌ای که بالای شهر A است، ۱ ساعت و ۴۰ دقیقه طول می‌کشد تا بالای شهر B قرار گیرد. هرگاه مسیر هواپیما دایره عظیمه باشد، فاصله زاویه‌ای و فاصله طولی دو شهر A و B چقدر است؟

مدت پرواز هواپیما بین دو شهر ۱۰۰ دقیقه، یعنی ۶۰۰۰ ثانیه است. پس:

$$A'B' = 6000 \times 240 = 1440000 \text{ متر} = 1440 \text{ کیلومتر}$$

شعاع کره زمین را ۶۳۷۸ کیلومتر می‌گیریم. پس:

$$OA' = 6378 + 1,2 = 6379,2 \text{ کیلومتر}$$

بافرض $\pi = 3/14159$ داریم:

$$\widehat{A'B'} = \frac{360 \times 1440}{2 \times 6379,2 \times 3,14159} = 12,933595 \text{ درجه}$$

فاصله زاویه‌ای دو شهر:

$$\widehat{A'B'} = 12^\circ 56' 0,942'' = \widehat{AB}$$

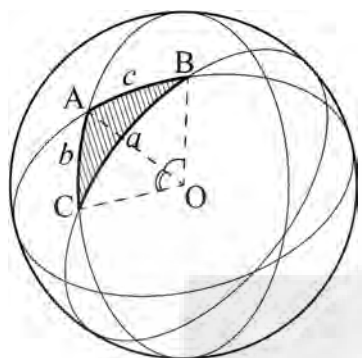
$$AB = \frac{2 \times 3,14159 \times 6378}{360} \times 12,933595$$

فاصله طولی دو شهر:

$$AB = 1439,729 \text{ کیلومتر}$$

یادداشت: روی هر سطح، خط‌هایی که مسیرهای کوتاه‌ترین فاصله را مشخص می‌کنند، «خط‌های ژئودزیک» آن سطح نام دارند. چنانکه در سطح مستوی، یعنی صفحه، خط‌های ژئودزیک عبارتند از خط‌های مستقیم؛ و روی سطح کره خط‌های ژئودزیک عبارتند از دایره‌های عظیمه. کشتی‌ها و هواپیماها برای آنکه بین دو محل کوتاه‌ترین فاصله را پیمایند، باید روی یک خط ژئودزیک حرکت کنند، اما به خاطر استفاده از دستگاه‌های جهت‌یابی در بیشتر موارد مسیر آنها خطی است که با نصف‌النهارهای مختلف زاویه‌های متساوی می‌سازد. این‌گونه خط‌ها را «لوکسودرومی»^۱ می‌نامند. روی سطح کره، مدارها از جمله خط‌های لوکسودرومی هستند. زیرا هر مدار با همه نصف‌النهارها زاویه‌های قائمه می‌سازد. در کشتی‌رانی و هواپیمایی برای آنکه فاصله بین دو محل در مسیر زیاد طولانی‌تر پیموده نشود، روی خط ژئودزیک بین آن دو محل، نقطه‌هایی متساوی‌الفاصله اختیار می‌کنند و فاصله بین هر دو نقطه را در مسیر لوکسودرومی می‌پیمایند. به عبارت دیگر، در چند مرحله اصلاح مسیر انجام می‌دهند.

مثلت کروی. هرگاه سه نقطه واقع بر سطح یک کره به وسیله سه کمان دایره عظیمه که طول هیچ کدام از آنها از نصف دایره عظیمه بیشتر نباشد به یکدیگر وصل شوند، شکلی پدید می‌آورند که آن را مثلث کروی می‌نامند. سه نقطه مفروض را «رأس‌ها» و سه کمان دایره عظیمه را «ضلع‌ها» و زاویه‌های بین ضلع‌ها (یعنی زاویه‌های بین مماس‌هایی که در رأس‌ها بر ضلع‌ها رسم می‌شوند) را «زاویه‌های مثلث کروی» می‌نامند. در مثلث کروی، اندازه‌های ضلع‌ها، همانند اندازه‌های زاویه‌ها، بر حسب واحد زاویه (مثلاً درجه و اجزاء آن) بیان می‌شوند و اندازه هر ضلع برابر است با اندازه زاویه‌ای که رأسش مرکز کره باشد و دو ضلعش بر دو رأس مجاور آن ضلع بگذرند. هر یک از این زاویه‌ها را «زاویه مرکزی» ضلع نظیر آن می‌نامند. رأس‌های مثلث کروی را با حروف بزرگ و ضلع‌های آن را با حروف کوچک نشان می‌دهند به گونه‌ای که هر رأس و ضلع رو به روی آن با حرف‌های همنام نموده شده باشند.



در شکل روبه‌رو ABC یک مثلث کروی است که A ، B و C رأس‌ها و a ، b و c ضلع‌های آن می‌باشند و داریم:

$$a = \widehat{BC} = \widehat{BOC} \quad \text{و} \quad b = \widehat{AC} = \widehat{AOC}$$

$$c = \widehat{AB} = \widehat{AOB}$$

در هر مثلث کروی بین ضلع‌ها و زاویه‌ها

رابطه‌هایی برقرار است. از جمله:

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C} \quad (۱)$$

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A \quad (۲)$$

با استفاده از این دو رابطه می‌توان مثلث کروی را که سه جزء آن، مثلاً دو ضلع و زاویه بین آنها، معلوم باشند حل کرد؛ یعنی اجزاء مجهول آن را به دست آورد. از رابطه‌های بالا اولی لگاریتمی است، یعنی می‌توان محاسبات مربوط به آن را به کمک لگاریتم انجام داد. برای آنکه دومی هم لگاریتمی گردد، از روی آن دو رابطه زیر را به دست می‌آورند:

$$\tan \frac{B+C}{2} = \frac{\cos \frac{b-c}{2} \cdot \cot \frac{A}{2}}{\cos \frac{b+c}{2}} \quad (۳)$$

$$\tan \frac{B-C}{2} = \frac{\sin \frac{b-c}{2} \cdot \cot \frac{A}{2}}{\sin \frac{b+c}{2}}$$

با معلوم بودن دو ضلع b و c و زاویه A از روی رابطه‌های بالا، نخست اندازه‌های $\frac{B+C}{2}$ و $\frac{B-C}{2}$ و از روی آنها اندازه‌های B و C به دست می‌آیند، آنگاه به کمک رابطه (۱) یا رابطه (۲) اندازه ضلع a را نیز می‌توان به دست آورد.

ب- دانستنی‌هایی از هیئت و از جغرافیای ریاضی

زمین و آسمان و حرکت‌های آنها. زمینی که بر آن ساکن هستیم، شکلی نزدیک به کره دارد که چند نوع حرکت دارد، از جمله هم به دور خود و هم به دور خورشید می‌چرخد.

حرکت زمین به دور خودش را «حرکت وضعی» آن و حرکت زمین به دور خورشید را «حرکت انتقالی» آن می‌نامند. دو سر قطری از کره زمین که بر محور حرکت وضعی آن منطبق است، قطب‌های کره زمین نام دارند که یکی از آنها به نام «قطب شمال» و دیگری به نام «قطب جنوب» مشخص می‌باشد. قطب شمال در نیم‌کره‌ای از زمین واقع است که بیشتر خشکی‌ها و آبادی‌ها در آنجا قرار دارند.

آسمان را کره‌ای فرض می‌کنیم که مرکز آن مرکز زمین و شعاع آن نامحدود باشد، به قسمی که دورترین اجرام کیهانی در داخل این کره قرار داشته باشند. همه ستارگان و سیارات و حتی خورشید و ماه، همان‌گونه که در ظاهر به نظر می‌آیند، به صورت نقطه‌هایی واقع در سطح داخلی کره آسمانی فرض می‌شوند؛ در واقع به جای هر جرم آسمانی تصویر آن را بر سطح کره آسمانی اختیار می‌کنیم که این تصویر عبارت است از نقطه برخورد کره آسمانی با شعاعی از آن که از آن جرم آسمانی می‌گذرد.

نسبت به شعاع کره آسمانی که بی‌نهایت فرض می‌شود، شعاع کره زمین بسیار ناچیز است و می‌توان آن را صفر اختیار کرد. در این صورت، کره زمین به صورت یک نقطه در می‌آید و می‌توان هر مکان از آن را مرکز کره آسمانی اختیار کرد.

حرکت یومی در اثر حرکت وضعی زمین. به نظر می‌رسد که کره آسمانی هر شبانه روز یک بار به دور خودش می‌چرخد. این حرکت (ظاهری) را «حرکت یومی کره آسمانی» می‌نامند. محور حرکت یومی کره آسمانی که همان محور حرکت وضعی زمین است، محور عالم نام دارد. «محور عالم» با کره آسمانی در دو نقطه برخورد می‌کند. یکی از دو نقطه را که نظیر قطب شمال کره زمین است، «قطب شمالی عالم» و دیگری را «قطب جنوبی عالم» می‌گویند. برای ساکنان نیم‌کره شمالی زمین، قطب شمالی زمین، قطب شمالی عالم و برای ساکنان نیم‌کره جنوبی زمین، قطب جنوبی عالم قابل رؤیت است. ستاره جُدی که آن را «ستاره قطبی» نیز می‌نامند، نزدیک به قطب شمال عالم واقع است.

در حرکت یومی کره آسمانی، هر یک از ستارگان و از جمله خورشید، مداری دایره‌ای را می‌پیماید که صفحه این مدار بر محور عالم عمود است و مرکز آن بر محور عالم قرار دارد. **قائم مکان، افق مکان.** امتداد شاغول را در یک مکان از سطح کره زمین قائم آن مکان می‌نامند. هرگاه زمین کره کامل فرض شود، قائم هر مکان از مرکز کره زمین می‌گذرد. بنابراین، قائم هر مکان عبارت است از امتداد شعاع کره زمین در آن مکان. شخصی که در

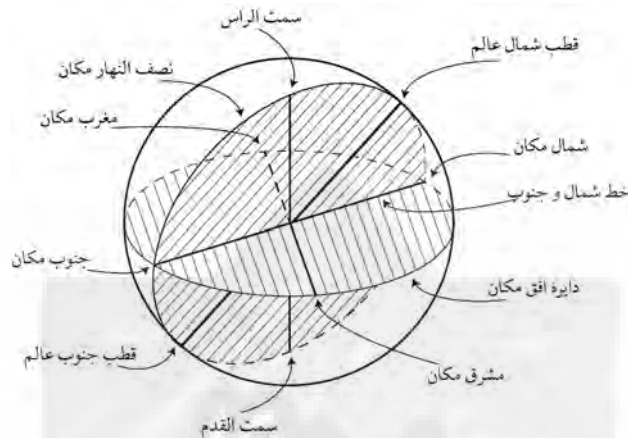
یک مکان ایستاده باشد، مثلاً در نماز به حالت قیام باشد، امتداد قامت وی همان امتداد قائم آن مکان است.

صفحه‌ای که در یک مکان عمود بر قائم آن در نظر گرفته شود، «صفحه افق» آن مکان نام دارد. صفحه افق مکان بر کره زمین مماس است و کره آسمانی را در دایره‌ای به نام «دایره افق» قطع می‌کند.

قائم مکان با کره آسمانی در دو نقطه برخورد می‌کند؛ یکی از این دو نقطه را که بالای صفحه افق است، «سمت الرأس» و دیگری را «سمت القدم» آن مکان می‌نامند. زیرا شخصی که در آن مکان ایستاده باشد، سمت الرأس در بالای سر و سمت القدم در پایین پای او قرار خواهد داشت.

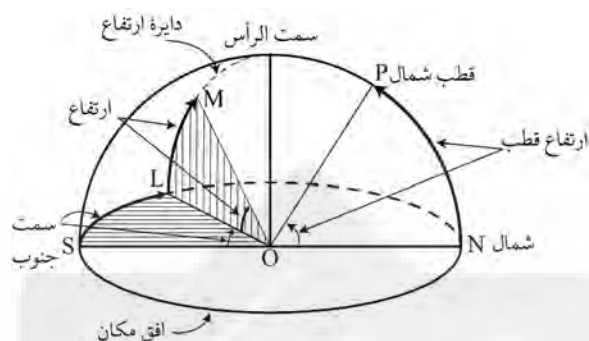
نصف النهار. هر صفحه که بر محور زمین (=محور عالم) بگذرد، «صفحه نصف النهاری» نامیده می‌شود. هر صفحه نصف النهاری در کره زمین و در کره آسمانی دایره عظیمه‌ای به نام «دایره نصف النهار» پدید می‌آورد. صفحه نصف النهاری که شامل قائم مکان باشد، «صفحه نصف النهار مکان» نام دارد. نیمه‌ای از دایره نصف النهاری که توسط این صفحه روی کره زمین پدید می‌آید و شامل مکان معین است، «نصف النهار جغرافیایی» آن مکان نام دارد و نیمه‌ای از دایره نصف النهاری که توسط صفحه مزبور روی کره آسمانی به وجود می‌آید و از سمت الرأس مکان می‌گذرد، به نام «نصف النهار آسمانی» آن مکان مشخص است.

صفحه نصف النهار مکان با صفحه افق مکان در یک خط به نام «خط نصف النهاری» آن مکان برخورد می‌کنند. این خط با دایره افق در دو نقطه برخورد می‌کند. یکی از این دو نقطه که به قطب شمال نزدیک‌تر است، «نقطه شمال» و دیگری «نقطه جنوب» مکان نام دارد.



از این رو خط نصف النهار را «خط شمال و جنوب» نیز می‌نامند. خطی که در صفحه افق و در مکان عمود بر خط شمال و جنوب رسم شود، «خط مشرق و مغرب» نامیده می‌شود که نقطه‌های برخورد آن با دایره افق به نام «نقطه مشرق» و «نقطه مغرب» مشخص می‌باشند. مشخص که در امتداد قائم مکان و رو به شمال ایستاده باشد، سمت راستش نقطه مشرق و سمت چپش نقطه مغرب را معین می‌کند.

سمت و ارتفاع. هر صفحه را که بر قائم مکان بگذرد (و در نتیجه بر صفحه افق مکان عمود باشد)، «صفحه ارتفاع» می‌نامند. یکی از صفحات ارتفاع همان صفحه نصف النهار مکان است. فصل مشترک صفحه ارتفاع با کره آسمانی را «دایره ارتفاع» می‌نامند. بر هر نقطه از کره آسمانی (مانند محل یک ستاره، مرکز خورشید، قطب شمال، سمت الرأس مکه که بر سمت الرأس یا سمت القدم واقع نباشد) فقط یک دایره ارتفاع می‌گذرد. اندازه کمانی از این دایره که بین دایره افق و نقطه مفروض محصور است، «ارتفاع» آن نقطه نامیده می‌شود. خطی که از نقطه مفروض واقع بر کره آسمانی به چشم ناظر (=مرکز عالم) وصل شود «شعاع بصری» آن نقطه نام دارد. ارتفاع هر نقطه برابر است با زاویه‌ای که شعاع بصری آن نقطه با صفحه افق می‌سازد. «ارتفاع قطب» در یک مکان برابر است با اندازه زاویه‌ای که محور عالم با صفحه افق آن مکان می‌سازد. ارتفاع از صفر تا $+90^\circ$ (برای نقاط بالای افق) یا از صفر تا -90° (برای نقاط زیر افق) اندازه‌گیری می‌شود.

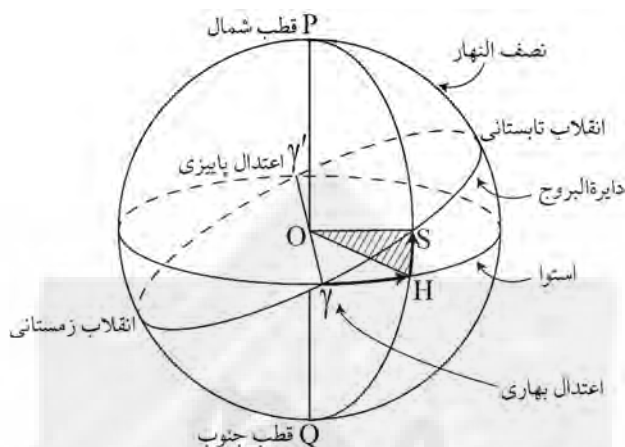


اندازه کمانی از دایره افق که بین نقطه جنوب و نقطه تلاقی دایره افق با دایره ارتفاع نقطه مفروض محصور است «سمت» این نقطه نام دارد و از صفر تا 360° و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌شود. سمت هر نقطه برابر است با اندازه زاویه‌ای که صفحه ارتفاع آن نقطه با صفحه نصف النهار مکان می‌سازد. در شکل بالا نسبت به افق مکان O داریم:

$$M \text{ سمت} = \widehat{SL} = \widehat{SOL}$$

$$M \text{ ارتفاع} = \widehat{LM} = \widehat{LOM}$$

استوا، مدارها، دایره البروج. صفحه‌ای عمود بر محور زمین که از مرکز زمین (=مرکز کره آسمانی) بگذرد، «صفحه استوا» نام دارد. صفحه استوا در هر یک از کره‌های زمین و آسمان دایره عظیمه‌ای پدید می‌آورد که به ترتیب «دایره استوای زمین» و «دایره استوای آسمانی» (= معدل النهار) نامیده می‌شوند. صفحه‌هایی که با صفحه استوا موازی باشند، روی کره دایره‌های صغیره‌ای به نام «مدار» پدید می‌آورند. مدارهای کره آسمانی حرکت یومی اجرام آسمانی را مشخص می‌کنند. مدارهای متناظر از کره زمین و از کره آسمانی به وسیله یک سطح مخروطی مشخص می‌شوند که مرکز زمین رأس آن است. در اثر حرکت انتقالی زمین، به نظر می‌آید که خورشید بر سطح کره آسمانی حرکتی سالانه دارد. مسیر این حرکت ظاهری دایره عظیمه‌ای است به نام «دایره البروج» که در دو نقطه به نام‌های «اعتدال بهاری» و «اعتدال پاییزی» با دایره استوا برخورد می‌کند.



بعد و میل خورشید. در هر وضعی از خورشید ظاهری، یک دایره نصف النهار بر آن می‌گذرد. اندازه کمانی از این دایره نصف النهار که بین استوا و خورشید (= مرکز خورشید) محصور است، «میل» خورشید در آن وضع نامیده می‌شود. در همین وضع، اندازه کمانی از دایره استوا که بین γ (= نقطه اعتدال بهاری) و نقطه برخورد استوا با نصف النهار خورشید محصور است «بعد» خورشید نام دارد. میل خورشید در هر وضع برابر است با زاویه‌ای که شعاع بصری آن با صفحه استوا می‌سازد و بعد خورشید برابر است با زاویه بین دو صفحه نصف النهاری که یکی بر γ و دیگری بر مرکز خورشید می‌گذرد. در شکل بالا، S وضعی از خورشید فرض شده است. در این وضع:

$$\widehat{HS} = \widehat{HOS} = \text{میل خورشید}$$

$$\widehat{\gamma H} = \widehat{\gamma OH} = \text{بعد خورشید}$$

حداقل مقدار مثبت میل خورشید صفر است که سالی دو بار به هنگام رسیدن خورشید به نقطه‌های اعتدال، یعنی در آغاز بهار و در آغاز پاییز، پیش می‌آید. حداکثر میل خورشید برابر با زاویه بین صفحات استوا و دایره البروج است که به علت حرکت محوری زمین، این زاویه تغییرات جزئی سالانه دارد. مقدار متوسط آن $(23^\circ 27')$ است. نقطه‌ای را که خورشید در آن حداکثر میل را دارد، «انقلاب تابستانی» می‌نامند که خورشید در آغاز تابستان در آنجا واقع می‌شود. مقدار متوسط حداقل میل خورشید $(23^\circ 27')$ و به هنگام آغاز زمستان (در نقطه «انقلاب زمستانی») به وقوع می‌پیوندد. برای هر سال، اندازه روزانه میل خورشید در جدول‌های نجومی مخصوص درج می‌باشد.

بعد خورشید را از صفر تا 360° و در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌کنند.

خورشید حقیقی، خورشید متوسط. مدت زمان یک دور حرکت ظاهری خورشید به دور زمین را «شبانه‌روز خورشیدی» می‌نامند. بر اثر حرکت‌های مختلف زمین، حرکت خورشید بر دایرة البروج یکنواخت نیست و در نتیجه طول شبانه‌روز خورشیدی متغیر است. برای آنکه این تغییر مدت در زندگی روزانه آدمی تأثیر نداشته باشد، خورشیدی مجازی تصور می‌کنند که بر دایرة البروج حرکتی یکنواخت داشته و در نقطه حضيض (=نقطه با حداقل فاصله تا زمین) بر خورشید حقیقی واقع باشد، آنگاه خورشید مجازی دیگری تصور می‌کنند که دایرة استوا (=معدل النهار) را با حرکت یکنواخت بپیمايد و با خورشید مجازی اول در نقطه اعتدال بهاری با هم باشند، خورشید مجازی اخیر را «خورشید متوسط» می‌نامند. مدت زمان یک دور حرکت خورشید متوسط به دور زمین را «شبانه‌روز خورشیدی متوسط» نامیده، آن را به ۲۴ «ساعت خورشیدی متوسط» تقسیم می‌کنند.

تعدیل زمان^۱. اختلاف زمان بین خورشید حقیقی (=خورشید ظاهری) و خورشید متوسط را تعدیل زمان می‌نامند. تعدیل زمان تغییرات روزانه و همچنین تغییرات سالانه جزئی دارد و طبق فرمول زیر تعریف می‌شود:

وقت بر حسب خورشید متوسط - وقت بر حسب خورشید حقیقی = تعدیل زمان

$$ET = T_V - T_M \text{ یا } Ec$$

(ساعت متوسط - ساعت حقیقی = تعدیل زمان)

حداکثر مقدار مطلق تعدیل زمان حدود ۱۷ دقیقه است و در چهار روز از سال یعنی در روزهای ۲۷ فروردین، ۲۴ خرداد، ۱۰ شهریور، ۴ دی مقدار آن نزدیک به صفر است. در این چهار روز خورشید حقیقی و خورشید متوسط با هم هستند و در روزهای دیگر گاهی این و گاهی آن جلوتر است.

مقدار تعدیل زمان در هر روز در جدول‌های نجومی منتشره از طرف مؤسسات نجومی درج می‌باشد.

ساعت محلی. مبدأ شبانه‌روز برای هر محل نیمه شب آن محل است. نیمه شب وقتی

۱. در متن به نادرست «معادله زمان» آمده است. - و

است که خورشید در نیمه متقابل از نصف النهار آن محل واقع باشد. همه نقاطی از زمین که روی یک نصف النهار واقع باشند، دارای یک ساعت محلی می‌باشند. ساعت محلی هر چند که بر حسب زمان متوسط است، اما اگر قرار باشد مردم هر ناحیه کارهای روزانه را بر حسب آن تنظیم کنند در امر مراودات اختلالاتی به وجود می‌آید. زیرا هر دو محل که روی یک نصف النهار نباشند، هر چند هم که به هم نزدیک باشند، دارای ساعت‌های متفاوت خواهند بود. از این رو به وضع ساعت رسمی اقدام شده است.

ساعت رسمی (=ساعت قانونی=ساعت استاندارد). کره زمین را با در نظر گرفتن نصف النهارهایی به فاصله ۱۵ درجه از یکدیگر به ۲۴ قاچ کروی به نام «قاچ‌های ساعتی» تقسیم کرده‌اند و قرار شده است که همه نواحی واقع در یک قاچ ساعتی، ساعت محلی مربوط به نصف النهار گذرنده بر وسط آن قاچ را به عنوان ساعت رسمی خود بپذیرند. نخستین قاچ را قاچی گرفته‌اند که نصف النهار گرینویچ از وسط آن می‌گذرد و آنجا را مبدأ شبانه‌روز قرار داده‌اند. برای قاچ‌های دیگر، ساعت هر قاچ یک ساعت جلوتر از ساعت قاچ غربی آن است. مثلاً هرگاه در گرینویچ نیمه شب شروع شنبه باشد، در قاچ شرقی آن ساعت یک روز شنبه و در قاچ غربی آن ساعت ۲۳ روز جمعه خواهد بود تا قاچ دوازدهم که اگر شرقی منظور شود، در آنجا ساعت ۱۲ روز شنبه است و اگر غربی منظور شود، در آنجا ساعت ۱۲ روز جمعه است. از این رو نصف النهار وسط این قاچ، یعنی نصف النهار متقابل به نصف النهار گرینویچ را «خط انقطاع زمان» یا «خط تغییر روز» می‌نامند. برای آنکه کشورهای واقع در این منطقه شامل روز با دو نام نباشند، به خط مزبور پیچ و خم‌هایی داده شده است.

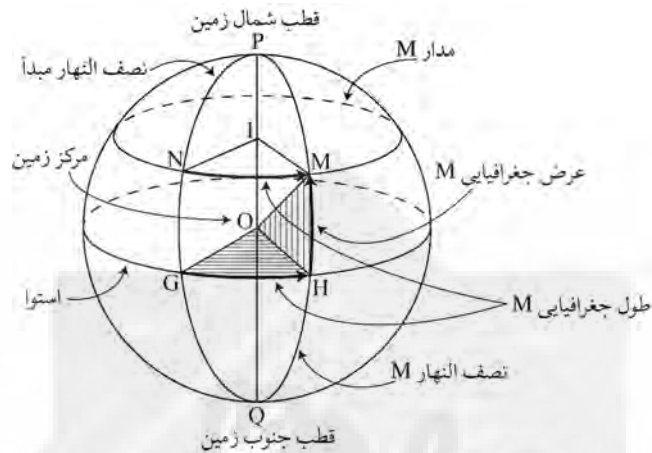
امروزه بیشتر کشورها که عرض آنها خیلی بیش از ۱۵ درجه نباشد، ساعت محلی مربوط به نصف النهاری را که از وسط آن کشور می‌گذرد به عنوان ساعت رسمی خود پذیرفته‌اند. مثلاً در ایران که عرض آن حدود ۱۶° است، ساعت محلی نصف النهاری که از نزدیک گرمسار می‌گذرد، به عنوان ساعت رسمی در سر تا سر ایران پذیرفته شده است. این ساعت سه ساعت و نیم از ساعت گرینویچ جلو است و ساعتی که توسط رادیو اعلام می‌شود بر حسب آن است. ماکو و سراوان که تقریباً غربی‌ترین و شرقی‌ترین شهرهای ایران می‌باشند، هر یک به وقت محلی حدود نیم ساعت با ساعت رسمی ایران اختلاف دارند. ساعت محلی تهران نیز حدود ۴ دقیقه عقب‌تر از ساعت رسمی است.

کشورهای با عرض بسیار وسیع دارای بیش از یک ساعت رسمی می‌باشند. در بعضی از کشورها به مناسبت فصل، ساعت رسمی را جلو یا عقب می‌برند؛ به اصطلاح، ساعت رسمی آنها «فصلی» است. برای آنکه از روی ساعت رسمی یک محل ساعت حقیقی آنجا را به دست آوریم، دو اصلاح را باید در آن انجام دهیم: اصلاح مربوط به اختلاف ساعت محلی با ساعت رسمی و اصلاح مربوط به تعدیل زمان، و اگر ساعت رسمی فصلی باشد، این اصلاح نیز باید به عمل آید.

ساعت جهانی (=ساعت بین‌المللی). به ساعت رسمی گرینویچ گفته می‌شود که در هواپیمایی و در کشتیرانی متداول است.

مختصات جغرافیایی. بر هر نقطه از کره زمین، غیر از دو قطب، فقط یک نصف النهار و یک مدار می‌گذرد که به ترتیب نصف النهار آن نقطه و مدار آن نقطه نامیده می‌شوند. از بین نصف النهارهای زمین یکی را به عنوان «نصف النهار مبدأ» انتخاب می‌کنند. در سابق، نصف النهار گذرنده بر جزایر خالدات را نصف النهار مبدأ می‌گرفته‌اند. امروز نصف النهار گرینویچ را که بر شهرک گرینویچ واقع در نزدیکی لندن می‌گذرد، به عنوان نصف النهار مبدأ برگزیده‌اند.

برای هر نقطه از سطح کره زمین، اندازه کمانی از مدار آن نقطه را که بین نصف النهار مبدأ و آن نقطه محصور است، «طول جغرافیایی» آن نقطه و اندازه کمانی از نصف النهار آن نقطه را که بین استوا و آن نقطه محصور است، «عرض جغرافیایی» آن نقطه می‌نامند. طول جغرافیایی هر نقطه برابر است با زاویه‌ای که صفحه نصف النهار آن نقطه با صفحه نصف النهار مبدأ می‌سازد و برابر است با اندازه کمانی از دایره استوا که بین نصف النهار مبدأ و نصف النهار نقطه محصور است. عرض جغرافیایی هر نقطه برابر است با اندازه زاویه‌ای که شعاع گذرنده بر آن نقطه با صفحه استوا می‌سازد.



مطابق با شکل بالا داریم:

$$\text{طول جغرافیایی } M = \widehat{NM} = \widehat{GH} = \widehat{GOH}$$

$$\text{عرض جغرافیایی } M = \widehat{HM} = \widehat{HOM}$$

طول جغرافیایی را از صفر تا ۱۸۰ درجه شرقی یا از صفر تا ۱۸۰ درجه غربی، و عرض جغرافیایی را از صفر تا ۹۰ درجه شمالی یا از صفر تا ۹۰ درجه جنوبی اندازه می‌گیرند. عرض جغرافیایی قطب شمال ۹۰ درجه شمالی ($=+90^\circ$) و عرض جغرافیایی قطب جنوب برابر ۹۰ درجه جنوبی ($= -90^\circ$) است و طول جغرافیایی هر یک از این دو نقطه نامعین است.

اختلاف طول‌های جغرافیایی دو نقطه از زمین برابر است با حاصل ضرب $15 = \frac{360}{24}$ در اختلاف ساعت‌های محلی آن دو نقطه. از این رو، هرگاه طول‌های جغرافیایی دو محل معلوم باشد، می‌توان اختلاف ساعت‌های آنها را به دست آورد، و هرگاه اختلاف ساعت‌ها معین باشد، می‌توان اختلاف طول‌ها را به دست آورد. به ویژه برای طول جغرافیایی یک محل، ستاره مشخصی را در نظر گرفته با یک ساعت معین و دقیق لحظه عبور آن نقطه را از نصف النهار مبدأ و از نصف النهار محل به دست آورده، اختلاف دو زمان را در ۱۵ ضرب می‌کنند. ثابت می‌شود که عرض جغرافیایی هر محل برابر است با زاویه‌ای که محور زمین با صفحه افق آن محل می‌سازد، یعنی برابر است با زاویه ارتفاع قطب نسبت به افق آن محل.

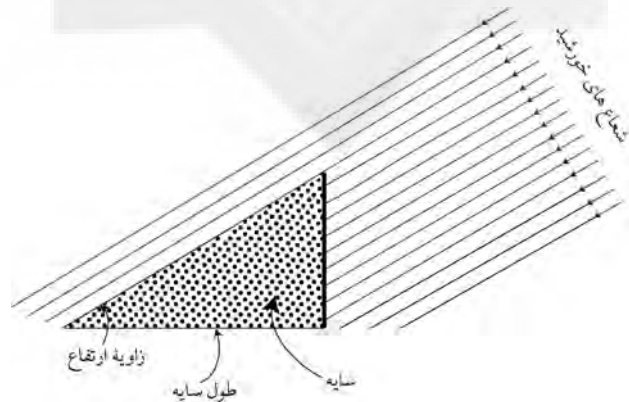
بنابراین، برای تعیین عرض جغرافیایی یک محل کافی است که زاویه ارتفاع قطب را در آن محل دقیقاً اندازه‌گیری کرد.
یادداشت. طول و عرض جغرافیایی هر نقطه از کره زمین به ترتیب برابرند با بعد و میل سمت الرأس آن نقطه در کره آسمانی.



۳- تعیین ظهر حقیقی و خط نصف النهاری محل

ظهر حقیقی. وقتی خورشید (ظاهری) ضمن حرکت یومی خود بالای افق یک محل قرار گیرد، در آن محل روز خواهد بود. روز از طلوع آفتاب شروع می‌شود و با غروب آفتاب پایان می‌یابد. در نیم‌روز لحظه‌ای فرا می‌رسد که مرکز خورشید از صفحه‌ی نصف النهار محل می‌گذرد. این لحظه عبارت است از «ظهر حقیقی» آن محل که همان «ظهر شرعی» می‌باشد. در لحظه‌ی ظهر حقیقی، سایه‌ی میله‌ای که قائم بر صفحه‌ی افقی نصب شده باشد، در امتداد خط نصف النهاری یعنی در امتداد خط شمال و جنوب قرار خواهد داشت (به شرط آنکه خورشید به هنگام ظهر در سمت الرأس محل نباشد، چه در این صورت طول سایه صفر خواهد بود). بنابراین، اگر لحظه‌ی ظهر حقیقی مشخص باشد، امتداد سایه خط نصف النهاری را معین می‌کند؛ و اگر خط نصف النهاری مشخص شده باشد از روی آن می‌توان ظهر حقیقی را معلوم کرد.

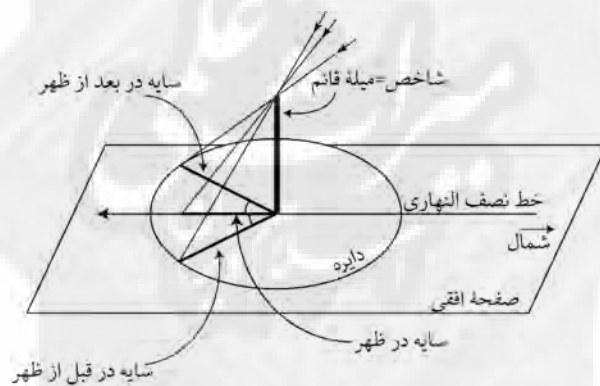
شاخص آفتابی. میله‌ای که قائم بر یک سطح هموار و کاملاً افقی نصب شده باشد، «شاخص» نام دارد. به هنگام طلوع آفتاب که خورشید در صفحه‌ی افق واقع و زاویه‌ی ارتفاع آن صفر است، طول سایه‌ی شاخص نامحدود است. هر چه خورشید بالاتر آید، زاویه‌ی ارتفاع آن بزرگتر و طول سایه‌ی شاخص کوچک‌تر می‌شود.



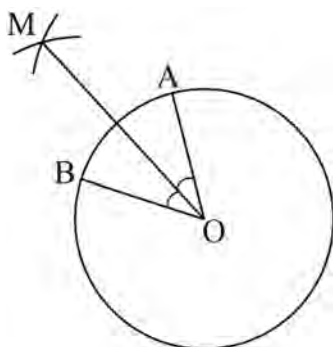
به هنگام ظهر، یعنی وقتی خورشید در صفحه‌ی نصف النهار باشد، زاویه‌ی ارتفاع خورشید حداکثر و در نتیجه طول سایه‌ی شاخص حداقل می‌باشد. پس از آن، زاویه‌ی ارتفاع خورشید رو به تنزل و طول سایه‌ی شاخص رو به ترقی می‌گذارد تا به هنگام غروب آفتاب که آن صفر و این

بی نهایت می شود. بنابراین اشعه خورشید و همچنین سایه شاخص در صبح و عصر نسبت به صفحه نصف النهار محل اوضاعی نظیر به نظیر متقارن خواهند داشت؛ یعنی طول سایه شاخص مثلاً در دو ساعت پیش از ظهر درست برابر است با طول آن در دو ساعت بعد از ظهر. با استفاده از این تقارن، به روش زیر که به دایره هندی معروف است، خط نصف النهاری مشخص می گردد:

میله ای مستدیر و کاملاً مستقیم الخط را فراهم می کنیم (که طول آن حدود یک یا دو متر باشد). این میله را در روی یک سطح کاملاً افقی و هموار به گونه ای نصب می کنیم که دقیقاً در امتداد قائم مکان (=در امتداد شاغول) قرار داشته باشد.



در پیش از ظهر در حدود دو ساعت به ظهر مانده، نوک سایه میله را علامت می گذاریم و روی آن سطح افقی دایره ای رسم می کنیم که بر این علامت بگذرد و مرکزش جایگاه تلاقی محور میله با سطح باشد. پس از آن طول سایه میله تنزل کرده، به حداقل خود رسیده، سپس رو به تراید



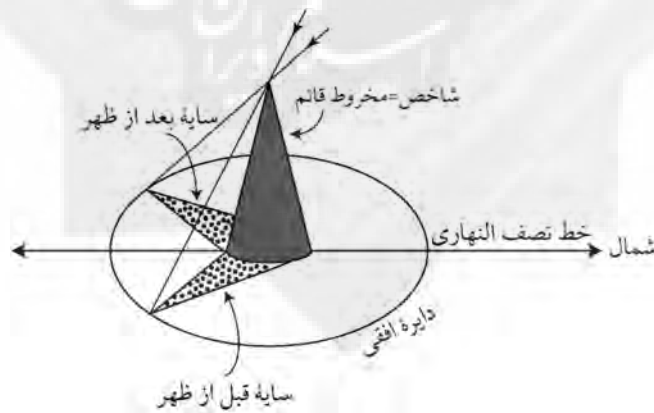
می گذارد. نزدیک به دو ساعت بعد از ظهر نوک سایه میله به دایره نزدیک می شود. در این موقع دقت می کنیم و وقتی که نوک سایه میله دقیقاً بر دایره واقع شد، آن نقطه را علامت می گذاریم. اکنون وسط کمان محصور بین دو علامت را تعیین کرده، به مرکز دایره وصل می کنیم که خط نصف النهاری آن محل می باشد. چگونگی تعیین وسط کمان در شکل روبه رو نموده شده است:

هرگاه O مرکز دایره، A علامت اول و B علامت دوم باشد؛ به مرکز A و به شعاع بیش از فاصله A تا B یک کمان رسم می‌کنیم، آنگاه به مرکز B و به همان شعاع، کمان دیگر رسم می‌کنیم و از نقطه تلاقی این دو مکان به مرکز دایره وصل می‌کنیم.

اهل فن در استفاده از روش دایره هندی، به جای میله یک مخروط قائم مستدیر با وزن سنگین را به کار می‌برند و آن را روی سطح افقی چنان قرار می‌دهند که قاعده‌اش بر سطح منطبق و مرکز قاعده درست بر مرکز دایره قرار داشته باشد.

خط نصف النهاری یک محل که به دقت معین شود، دائمی است؛ در همه روزها و در همه سال‌ها به هنگام ظهر حقیقی سایه میله قائم بر آن خط قرار خواهد داشت.

در منزل مسکونی می‌توان به جای میله از کناره قائم یک ستون واقع در سمت جنوبی^۱ خانه استفاده کرد و روی سنگی هموار که کاملاً افقی و در کنار آن ستون به کار رفته باشد، خط نصف النهاری را به دقت تعیین و حک کرد. سایه ستون که به این خط برسد، ظهر حقیقی خواهد بود.



خط نصف النهاری را علاوه بر خط شمال و جنوب، به نام‌های دیگر از قبیل «خط زوال»، «خط نیم‌روزی» و غیره نیز نام می‌برند.

استفاده از تتودولیت. تتودولیت یک ابزار مساحی و نجومی است که آن را «طول‌یاب»، «زاویه‌یاب» و ... نیز نامیده‌اند. هرگاه این ابزار در اختیار باشد، پس از استقرار صحیح آن در یک سطح هموار و افقی، در حدود یکی دو ساعت به نیمه شب ارتفاع یک

۱. در متن اصلی، «شمالی» آمده است. - و

ستاره معین و سمت آن را نسبت به یک مبدأ اختیاری به دست آورده، یادداشت می‌کنند. سپس مسیر ستاره را دنبال کرده، پس از نیمه شب (در حدود همان یکی دو ساعت) در لحظه‌ای که ارتفاع ستاره به همان مقدار قبلی برسد، سمت جدید آن را نسبت به همان مبدأ اختیاری اندازه می‌گیرند. معدل اندازه‌های سمت قبلی و سمت جدید عبارت خواهد بود از سمت خط شمال نسبت به مبدأ اختیاری. از روی این سمت، خط نصف النهاری و در نتیجه نقطه جنوب (=مبدأ سمت‌ها) مشخص می‌گردد و در روز به هنگامی که سایه خورشید بر این خط واقع شود، ظهر حقیقی آن محل است.

ظهر حقیقی بر حسب ساعت رسمی. از چند راه می‌توان لحظه ظهر حقیقی یک محل را بر حسب ساعت رسمی به دست آورد:

الف) کسب اطلاع از مآخذ رسمی: گوش دادن به فرستنده رادیویی که وقت را به اعلام می‌دارد؛ تماس تلفنی یا مراجعه مستقیم به مؤسسه‌ها و سازمان‌هایی که جدول‌های زمانی را در اختیار دارند، از قبیل رصدخانه‌ها و مراکز تقویم؛ مراجعه به نشریه‌های معتبری که شامل جدول‌های زمانی می‌باشند، مانند تقویم‌ها (مانند تقویم استخراجی مرکز تقویم مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران که چنین جدولی را شامل است)؛ مراجعه و یا کسب خبر از اماکن عمومی و مساجدی که ساعت آفتابی دقیق را دارا می‌باشند؛...

ب) محاسبه. هرگاه اندازه دقیق طول جغرافیایی محل و جدول تعدیل زمان، یا اینکه اندازه‌های دقیق طول جغرافیایی محل و طول جغرافیایی محل دیگر و ساعت رسمی ظهر حقیقی محل اخیر را داشته باشیم، می‌توانیم ساعت رسمی ظهر حقیقی محل را حساب کنیم؛

۱) اگر طول جغرافیایی محل و تعدیل زمان مربوط به روز معینی از سال را بدانیم، طول جغرافیایی را بر ۱۵ بخش می‌کنیم تا اختلاف ساعت محل با ساعت جهانی (=ساعت گرینویچ) به دست آید. از مقایسه این اختلاف ساعت به دست آمده با اختلاف ساعت رسمی محل و گرینویچ معلوم می‌شود که از ساعت‌های رسمی و محلی آن محل کدام یک جلوتر و کدام یک عقب‌تر است و بنا بر آن، اختلاف این دو ساعت را به دست آورده یا با ۱۲ جمع یا از ۱۲ کم می‌کنیم و ساعت رسمی ظهر محلی (=ظهر خورشیدی متوسط) را به دست می‌آوریم. ساعت رسمی را با مقدار

تعدیل زمان جمع جبری می‌کنیم، یعنی مقدار مطلق تعدیل زمان را اگر مثبت است، با آن جمع و اگر منفی است از آن کم می‌کنیم، حاصل عبارت خواهد بود از ساعت رسمی ظهر حقیقی آن محل در آن روز معین.

مثال ۱- تعیین ظهر حقیقی تهران در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران: طول جغرافیایی تهران ($30^{\circ} 40' 51''$) شرقی است که چون بر ۱۵ تقسیم کنیم، به دست می‌آید که ساعت محلی تهران به اندازه $(3^h 25^m 42,72^s)$ جلوتر از ساعت جهانی است. ساعت رسمی ایران به اندازه $(3^h 3^m)$ از ساعت جهانی جلو است. پس ساعت محلی تهران از ساعت رسمی ایران عقب‌تر است و مقدار این عقب بودن برابر است با:

$$(3^h 3^m) - (3^h 25^m 42,72^s) = 4^m 17,28^s$$

بنابراین وقتی ساعت محلی تهران ۱۲ باشد، یعنی در تهران بر حسب خورشید متوسط ظهر باشد، ساعت رسمی ایران وقت $(12^h 4^m 17,28^s)$ را نشان می‌دهد. بنا بر جدول نجومی (Almanac) مربوط به سال ۱۹۸۴ منتشره از طرف دفتر نجومی گرینویچ، مقدار تعدیل زمان در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳ برابر است با $(2^m 45,97^s)$ -، یعنی در این روز خورشید حقیقی به این اندازه از خورشید متوسط عقب‌تر است. بنابراین، ظهر حقیقی تهران در روز مزبور بر حسب ساعت رسمی برابر است با:

$$(12^h 4^m 17,28^s) - (2^m 45,97^s) = 12^h 1^m 31,31^s$$

یادآوری. اختلاف ساعت محلی با ساعت رسمی مقدار ثابت است و بستگی به تاریخ روز ندارد. یعنی در همه روزها ساعت محلی تهران از ساعت رسمی ایران به اندازه ۴ دقیقه و $28/17$ ثانیه عقب‌تر است.

مثال ۲- تعیین ظهر حقیقی تهران در روز ۲۵ تیر ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران: بنا بر محاسبات بالا، وقتی ساعت رسمی ایران $(12^h 4^m 17,28^s)$ را نشان دهد، ساعت محلی تهران ۱۲ را نشان خواهد داد. اما تعدیل زمان در روز ۲۵ تیر ۱۳۶۳ برابر است با $(6^m 0,71^s)$ +، یعنی در این روز، خورشید حقیقی جلوتر از

خورشید متوسط است. بنابراین، ظهر حقیقی تهران بر حسب ساعت رسمی ایران در روز مزبور عبارت می‌شود از:

$$(12^h 4^m 17,28^s) + (6^m 07,1^s) = 12^h 10^m 17,99^s$$

۲) هرگاه ساعت رسمی ظهر حقیقی یک محل و اختلاف ساعت این محل با محل دیگر را بدانیم، برای تعیین ظهر حقیقی محل دوم بر حسب همان ساعت رسمی کافی است که اختلاف ساعت دو محل را یا به ساعت رسمی ظهر حقیقی محل اول بیفزاییم (اگر محل دوم نسبت به محل اول غربی باشد) یا از آن کم کنیم (اگر محل دوم نسبت به محل اول شرقی باشد).

مثال ۳- تعیین ظهر حقیقی مشهد در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران:

طول جغرافیایی مشهد ($35^{\circ} 79,8''$) شرقی است و از طول جغرافیایی تهران به اندازه ($1^{\circ} 10' 39''$) بیشتر است. این عدد را بر ۱۵ بخش می‌کنیم، به دست می‌آید که ساعت محلی مشهد به اندازه ($32^m 42,6^s$) از ساعت محلی تهران جلو است. بنا بر محاسبات مثال ۱، ظهر حقیقی تهران در روز ۷ خرداد ۶۳ به ساعت رسمی ایران ($12^h 1^m 31,31^s$) است، پس ظهر حقیقی مشهد در روز مزبور به ساعت رسمی برابر است با:

$$(12^h 1^m 31,31^s) - (32^m 42,6^s) = 11^h 28^m 48,71^s$$

مثال ۴- تعیین ظهر حقیقی مکه در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران: طول جغرافیایی مکه را ($39^{\circ} 49'$) می‌گیریم که نسبت به گرینویچ، شرقی اما نسبت به تهران غربی است. چون این عدد را از عدد طول تهران کم کنیم، می‌شود ($11^{\circ} 36' 40,8''$). این عدد را بر ۱۵ بخش می‌کنیم، نتیجه می‌شود که ساعت محلی مکه به اندازه ($46^m 26,72^s$) از ساعت محلی تهران عقب است. بنابراین ظهر حقیقی مکه در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران برابر است با:

$$(12^h 1^m 31,31^s) + (46^m 26,72^s) = 12^h 47^m 58,03^s$$

مثال ۵- تعیین ظهر حقیقی مکه در روز ۲۵ تیر ۱۳۶۳ بر حسب ساعت رسمی ایران: با توجه به مثال ۲ و مثال ۴ داریم:

$$(12^h 10^m 17,99^s) + (46^m 26,72^s) = 12^h 56^m 44,71^s$$

۳) هرگاه اختلاف ساعت یک محل را با ساعت رسمی مورد نظر به دست آوریم، برای تعیین ظهر حقیقی آن محل بر حسب آن ساعت رسمی کافی است که اختلاف مزبور را یا با ساعت ظهر حقیقی گرینویچ جمع کنیم، یا از آن کم نماییم. بر حسب آنکه ساعت آن محل از ساعت رسمی عقب‌تر یا جلوتر باشد. مثال ۶- در مثال ۱ حساب کردیم که ساعت محلی تهران به اندازه $(۱۷,۲۸^s ۴^m)$ از ساعت رسمی ایران عقب‌تر است و در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳، ظهر حقیقی گرینویچ $(۱۴,۰۳^s ۵۷^m ۱^h)$ است. پس در روز مزبور ظهر حقیقی تهران به ساعت رسمی ایران می‌شود:

$$(۱۷,۲۸^s ۴^m) + (۱۴,۰۳^s ۵۷^m ۱^h) = ۱۲^h ۱^m ۳۱,۳۱^s$$

۴) برای به دست آوردن هنگام ظهر حقیقی یک محل بر حسب ساعت جهانی، کافی است که خارج قسمت طول جغرافیایی آن محل بر ۱۵ را از ساعت ظهر حقیقی گرینویچ کم کنیم (اگر محل نسبت به گرینویچ شرقی باشد) یا به آن اضافه کنیم (اگر محل نسبت به گرینویچ غربی باشد).

موضوع مهم آن است که هرگاه ظهر حقیقی محلی را بر حسب ساعت جهانی تعیین کنیم، برای تعیین ظهر حقیقی همان محل بر حسب ساعت رسمی یک کشور مورد نظر، کافی است که اختلاف ساعت رسمی این کشور با ساعت جهانی را بر ساعت به دست آمده بیفزاییم یا از آن کم کنیم.

مثال ۷- ظهر حقیقی مکه به ساعت جهانی و به چند ساعت رسمی دیگر در ۷ خرداد ۱۳۶۳:

طول جغرافیایی مکه را که $(۳۹^\circ ۴۹')$ شرقی است، بر ۱۵ بخش می‌کنیم. نتیجه می‌شود که ساعت محلی مکه به اندازه $(۱۶^s ۳۹^h ۲^h)$ از ساعت جهانی جلو است.

در روز ۷ خرداد ۱۳۶۳ که ظهر حقیقی گرینویچ $(۱۴,۰۳^s ۵۷^m ۱^h)$ است؛ ظهر حقیقی مکه به ساعت جهانی:

$$(۱۶^s ۳۹^m ۲^h) - (۱۴,۰۳^s ۵۷^m ۱^h) = ۹^h ۱۷^m ۵۸,۰۳^s$$

ظهر حقیقی مکه به ساعت رسمی ایران:

$$(9^h 17^m 58,03^s) + (3^h 30^m) = 12^h 47^m 58,03^s$$

ظهر حقیقی مکه به ساعت رسمی هندوستان (بدون در نظر گرفتن ساعت فصلی):

$$(9^h 17^m 58,03^s) + 5^h = 14^h 17^m 58,03^s$$

ظهر حقیقی مکه به ساعت رسمی واشنگتن (ساعت تابستانی):

$$(9^h 17^m 58,03^s) - 4^h = 5^h 17^m 58,03^s$$

مثال ۸- ظهر حقیقی مکه به ساعت جهانی و به چند ساعت رسمی دیگر در ۲۵ تیر ۱۳۶۳:

نظیر آنچه در مثال ۷ عمل شد، خواهیم داشت:

ظهر حقیقی مکه به ساعت جهانی:

$$(12^h 6^m 0,71^s) - (2^h 39^m 16^s) = 9^h 26^m 44,71^s$$

ظهر حقیقی مکه به ساعت رسمی ایران:

$$(9^h 26^m 44,71^s) + (3^h 30^m) = 12^h 56^m 44,71^s$$

ظهر حقیقی مکه به ساعت رسمی مصر (بدون در نظر گرفتن ساعت فصلی):

$$(9^h 26^m 44,71^s) + 2^h = 11^h 26^m 44,71^s$$

ظهر حقیقی مکه به ساعت رسمی جزایر هاوایی (بدون در نظر گرفتن ساعت فصلی):

$$(9^h 26^m 44,71^s) - 10^h = -(33^m 15,29^s)$$

$$= 23^h 26^m 44,71^s \text{ روز قبل}$$

یادآوری مهم. در کشورهایی در بعضی از فصل‌های سال، ساعت رسمی را جلو یا عقب می‌برند، به اصطلاح دارای «ساعت فصلی» هستند. در محاسبه ظهر حقیقی بر حسب ساعت رسمی این کشورها بایستی به ساعت فصلی آنها توجه داشت. چنانکه در مثال ۷ که ساعت رسمی واشنگتن ۴ ساعت عقب‌تر از ساعت جهانی اختیار شده است، ساعت تابستانی آنجا است. ساعت زمستانی آنجا ۵ ساعت عقب‌تر از ساعت جهانی می‌باشد.



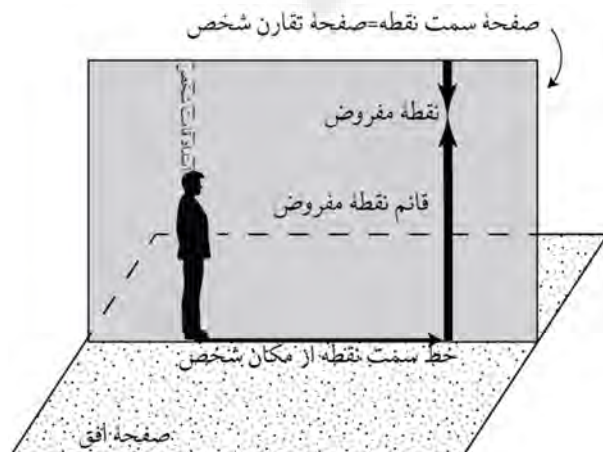
۴- تعیین جهت قبله

الف- اصطلاحات

رو به یک نقطه یعنی چه؟ شکل ظاهری بدن شخص سالم متقارن است و صفحه تقارن آن جهت دید شخص را مشخص می‌کند. در یک سطح افقی، یک شخص را که در حال طبیعی ایستاده است، رو به نقطه مفروض، یا در جهت نقطه مفروض، می‌نامیم هرگاه صفحه تقارن شکل ظاهری بدن وی از نقطه مفروض بگذرد و اگر شخص بدون تغییر جهت، یعنی بدون آنکه صفحه تقارن بدن او تغییر کند، جلو حرکت کند به قائم آن نقطه نزدیک‌تر شده، بالاخره به آن برسد. در این حرکت، مسیر شخص روی سطح افقی خطی مستقیم است که مکان ایستادن او، یعنی تکیه‌گاه مرکز ثقل او بر سطح را به پای قائم نقطه مفروض روی آن سطح وصل می‌کند. این خط را «خط سمت» یا «خط جهت» نقطه مفروض از مکان شخص می‌نامیم. شخصی که رو به یک نقطه ایستاده باشد، رو به هر نقطه دیگری از قائم آن نقطه نیز می‌باشد و می‌توانیم بگوییم که آن شخص رو به قائم نقطه مزبور ایستاده است.

وقتی شخص رو به نقطه مفروض ایستاده باشد، قائم این نقطه و خط سمت آن از مکان شخص، صفحه قائمی تشکیل می‌دهند که همان صفحه تقارن شکل ظاهری بدن شخص است و امتداد قامت شخص را نیز در بر دارد.

این خاصیت امکان آن را فراهم می‌آورد که تعریف خود را تعمیم دهیم:



در یک سطح دلخواه، یک شخص را که در حال طبیعی ایستاده است؛ اولاً رو به نقطه مفروض می‌نامیم هرگاه صفحه تقارن شکل ظاهری بدن آن شخص از آن نقطه بگذرد و اگر شخص بدون تغییر جهت به جلو حرکت کند، به آن نقطه نزدیک‌تر شود؛ ثانیاً شخص را پشت به نقطه مفروض می‌نامیم هرگاه صفحه تقارن شکل ظاهری بدن شخص از آن نقطه بگذرد و اگر شخص بدون تغییر جهت به جلو حرکت کند، از آن نقطه دور شود. در هر حال، صفحه تقارن شکل ظاهری بدن شخص، که یک صفحه قائم است، قائم نقطه مفروض را شامل است و با سطح مفروض در یک خط (مستقیم یا غیر مستقیم) برخورد می‌کند که مسیر بین مکان شخص و پای قائم نقطه مفروض می‌باشد. خطی که در صفحه قائم تقارن شکل بدن شخص و در مکان شخص، مماس بر مسیر مزبور رسم شود، «خط سمت بر آن منطبق است». صفحه قائم گذرنده بر مکان شخص و بر قائم نقطه مفروض را که همان صفحه تقارن شکل ظاهری بدن شخص می‌باشد، «صفحه سمت» نقطه مفروض از مکان شخص می‌نامیم. در هر مکان، یک صفحه قائم ثابت (مثلاً صفحه قائمی که بر جنوب آن مکان می‌گذرد) را به عنوان صفحه مبدأ بر می‌گزینیم. زاویه‌ای را که صفحه سمت با صفحه مبدأ می‌سازد، «زاویه سمت» نقطه مفروض در آن مکان می‌نامیم. برای آنکه در یک مکان رو به نقطه‌ای که از آنجا دیده نمی‌شود بایستیم، کافی است که زاویه سمت آن نقطه را داشته باشیم؛ چون رو به جنوب بایستیم و بعد به اندازه زاویه سمت تغییر جهت دهیم، رو به نقطه مفروض خواهیم بود. البته خود زاویه سمت باید جهت دار باشد.

جهت در روی کره. شخصی که در یک نقطه از کره ایستاده باشد، امتداد قامت وی قائم بر کره است و از مرکز کره می‌گذرد. بنابراین، صفحه تقارن شکل ظاهری بدن شخص کره را در یک دایره عظیمه قطع می‌کند. شخصی که در یک نقطه از این دایره عظیمه ایستاده است، در هر جهت روی آن که حرکت کند، به نقطه دیگری از آن خواهد رسید. اما می‌دانیم دو نقطه که دو سر قطری از کره نباشند، دایره عظیمه را به دو کمان تقسیم می‌کنند که کمان کوچک‌تر اقصی فاصله بین آن دو نقطه روی کره می‌باشد. از این رو سمت را در روی کره چنین تعریف می‌کنیم:

شخص را که در حال طبیعی در یک نقطه روی کره ایستاده است، رو به نقطه دیگر از این کره می‌نامیم، هرگاه اگر بدون تغییر جهت حرکت کند، با پیمودن اقصی فاصله به آن نقطه

برسد. در این حال، مسیر شخص کمان کوچک‌تر از دایره عظیمه‌ای است که بر آن دو نقطه می‌گذرد و خط سمت، خطی است که در مکان شخص و در صفحه دایره عظیمه مزبور مماس بر این دایره می‌باشد. صفحه سمت یا صفحه تقارن شکل ظاهری بدن شخص، همان صفحه دایره عظیمه مزبور است که قائم مکان شخص و قائم مکان نقطه مورد نظر و در نتیجه هر نقطه‌ای از قائم‌های این دو نقطه را نیز شامل می‌باشد. برای دو نقطه که دو سر قطری از کره باشند، سمت هر یک نسبت به دیگری مشخص نیست. زیرا بر این دو نقطه بی‌نهایت دایره عظیمه می‌گذرد و شخص در هر یک از این دو نقطه در هر جهت که بایستد، رو به نقطه دیگر می‌باشد.

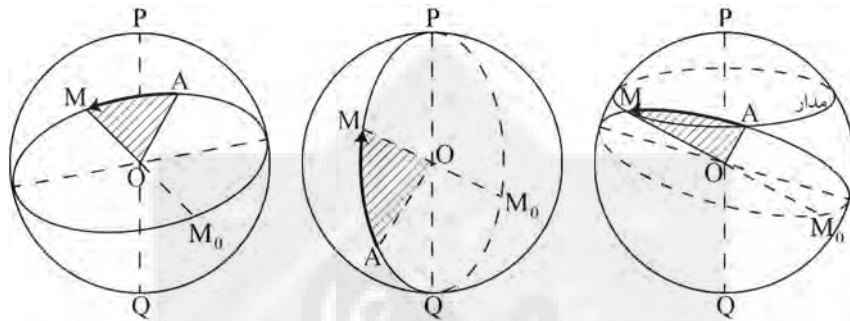
قبله. قبله اسلام کعبه است که به آن «خانه خدا» می‌گوییم. کعبه داخل مسجد الحرام واقع است و این مسجد در شهر مکه قرار دارد. جهت قبله در داخل مسجد الحرام رو به کعبه بودن است، و در محدوده مکه و خارج از مسجد الحرام رو به این مسجد است و در خارج از محدوده مکه رو به مکه می‌باشد. در خارج از شهر مکه تا آنجا که سواد این شهر دیده شود، جهت قبله به سادگی مشخص می‌شود. اما در فاصله‌های دورتر، مسئله یافتن سمت قبله مطرح است. عناصر اصلی و بعضی از عناصر فرعی این مسئله عبارتند از:

جهت قبله. با توجه به وسعت سطح کره زمین، نمودار هر شهر در روی این کره بیش از یک نقطه نخواهد بود. نمودار مکه را با نقطه M اختیار می‌کنیم. بدیهی است که برای وقت در نتیجه‌گیری‌ها بایستی M همان مکان کعبه، و به عبارت دقیق‌تر مکان مرکز کعبه باشد. نمودار هر شهر دیگر نیز یک نقطه می‌باشد که این نقطه مکان مرکز آن شهر خواهد بود.

اگر M نمودار مکه و A نمودار شهر دیگری از کره زمین باشد، کمان کوچک‌تر دایره عظیمه واصل بین A و M جهت قبله را در A مشخص می‌کند. هرگاه A در سر قطری از کره زمین واقع باشد که مکه در سر دیگر آن واقع است، جهت قبله در آن مشخص نمی‌باشد. در این نقطه منحصر به فرد که آن را «نقطه متقاطر مکه» می‌نامیم، و با M_0 نشان می‌دهیم، هر جهت در صفحه افق، جهت قبله می‌باشد.

هرگاه A بر نصف النهاری واقع باشد که از مکه می‌گذرد، خود این نصف النهار جهت قبله را معین می‌کند. در این حالت اگر A یکی از دو قطب زمین نباشد، خط نصف النهاری مزبور یعنی جهت قبله همان خط شمال و جنوب مکان A می‌باشد. اگر A بر مدار مکه واقع باشد، همانند حالت کلی کمان کوچک‌تر دایره عظیمه بین A و M جهت قبله را

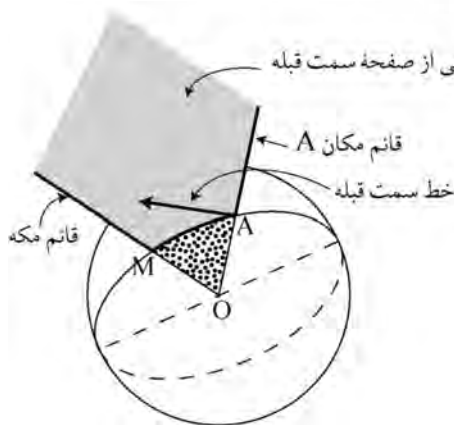
مشخص می‌کند. در این حالت باید توجه داشت و مدار را جهت قبله نگرفت، زیرا مدار دایره عظیمه نیست. در شکل‌های زیر چند حالت A و جهت قبله آن نموده شده است.



صفحه سمت قبله. عبارت است از صفحه تقارن شکل ظاهری بدن نمازگزار که شامل قائم مکان (= امتداد قامت نمازگزار) است و از مکه می‌گذرد. بنابراین، صفحه مزبور همان صفحه دایره عظیمه‌ای است که جهت قبله را مشخص می‌کند و علاوه بر قائم مکان نمازگزار، قائم مکان مکه را نیز در بر دارد و بر سمت الرأس مکه، همچنین بر سمت القدم آنجا می‌گذرد.

خط سمت قبله. فصل مشترک صفحه سمت قبله با صفحه افق مکان، خطی است که در آن مکان بر دایره عظیمه جهت قبله مماس می‌باشد. نیمه این خط را که از آن مکان آغاز می‌شود و متوجه قائم مکه است، خط سمت قبله آن مکان می‌نامند.

نمازگزار که رو به قبله ایستاده باشد، بین دو پاشنه پاها و همچنین سجده‌گاه او بر خط سمت قبله قرار خواهد داشت و



سجده‌گاهش از مکان پاهایش به مکه نزدیک‌تر است. بنابراین، خط سمت قبله جهت ایستادن نمازگزار را کاملاً مشخص می‌کند.

زاویه انحراف قبله. در صفحه افق یک مکان، زاویه جهت‌داری که ضلع اول آن خط جنوب و ضلع دوم آن خط سمت قبله باشد، «زاویه انحراف قبله»

آن مکان نامیده می‌شود. زاویه انحراف قبله را از صفر تا ۱۸۰ درجه شرقی یا از صفر تا ۱۸۰ درجه غربی اندازه‌گیری می‌کنند. بنابراین، وقتی گفته شود که زاویه انحراف قبله یک محل مثلاً ۳۸ درجه غربی است، یعنی ابتدا از جنوب و به اندازه ۳۸ درجه به سوی مغرب باید اندازه‌گیری شود تا خط سمت قبله مشخص گردد. یا وقتی گفته شود که زاویه انحراف قبله مثلاً ۱۶۰ درجه شرقی است یعنی از جنوب و به اندازه ۱۶۰ درجه به سمت مشرق باید اندازه‌گیری کرد تا خط سمت قبله را به دست آورد.



مکانی که نسبت به مکه شمالی و شرقی است.

مکانی که نسبت به مکه جنوبی و غربی

در سابق زاویه انحراف قبله را از صفر تا ۹۰ درجه ابتدا از جنوب یا ابتدا از شمال و در بعضی از موارد ابتدا از مشرق یا ابتدا از مغرب اندازه‌گیری می‌کرده‌اند و برای رفع اشتباه در جدول‌هایی که تنظیم می‌شده، برای هر اندازه مبدأ و جهت نیز ذکر می‌گردیده است. در این جدول‌ها وقتی مشاهده شود که زاویه انحراف قبله یک محل ۲۲ درجه غربی جنوبی نموده شده است، یعنی ابتدا از مغرب و به اندازه ۲۲ درجه به سمت جنوب باید اندازه‌گیری کرد که برابر می‌شود با ۳۸ درجه جنوبی غربی، یا مثلاً زاویه انحراف قبله را که فعلاً ۱۶۰ درجه جنوبی شرقی می‌نامیم، برابر می‌شود با ۲۰ درجه شمالی شرقی و برابر می‌شود با ۷۰ درجه شرقی شمالی. تعریف امروزی زاویه انحراف قبله این مزیت را دارد که روش محاسبه آن در یک حالت کلی، یعنی بدون در نظر گرفتن حالت‌های مختلف، انجام می‌پذیرد.

در نقطه متقاطر که جهت قبله مشخص نیست، زاویه انحراف قبله نیز مشخص نیست. علاوه بر آن، در دو قطب زمین، هرچند که جهت و خط سمت قبله مشخص است، اما زاویه انحراف قبله مشخص نیست، زیرا در دو قطب زمین خط شمال و جنوب معین نیست.

زاویه انحراف قبله هر محل برابر است با زاویه‌ای که صفحه سمت قبله آن محل با صفحه سمت جنوب می‌سازد. بنا به تعریف سمت و ارتفاع (مربوط به هیئت و کره آسمانی) نتیجه می‌شود که در یک محل، زاویه انحراف قبله برابر است با زاویه سمت سمت الرأس مکه، با این تفاوت زاویه سمت را از صفر تا 360° درجه و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت مشخص می‌کنند. از این رو، زاویه انحراف قبله را «زاویه سمت قبله» نیز می‌نامند.

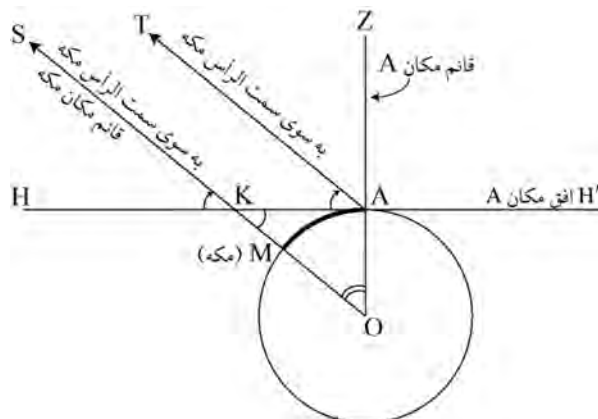
ارتفاع سمت مکه. نسبت به افق یک محل، زاویه ارتفاع سمت الرأس مکه را «ارتفاع سمت مکه» نسبت به آن محل می‌نامند. بنا به تعریف ارتفاع یک نقطه از کره آسمانی، هرگاه خطی در نظر بگیریم که از مکان مفروض به سمت الرأس مکه وصل شود، زاویه‌ای که این خط با افق مکان می‌سازد، همان ارتفاع سمت مکه است. چون سمت الرأس مکه به فاصله بی‌نهایت از زمین فرض می‌شود، خط واصل بین یک مکان و سمت الرأس مکه با قائم مکان مکه موازی است. پس ارتفاع سمت مکه در یک محل برابر است با زاویه‌ای که قائم مکان مکه با افق آن محل می‌سازد. اما صفحه افق یک مکان مفروض با قائم مکان مکه سه حالت می‌تواند داشته باشد:

حالت اول. سمت الرأس مکه بالای افق مکان است. در این حالت فاصله کمانی مکان تا مکه کوچک‌تر از 90° درجه است و نقطه تلاقی قائم مکان مکه با افق مکان مفروض در جهت سمت الرأس مکه واقع است. مطابق با شکل، که صفحه شکل را منطبق بر صفحه دایره عظیمه گذرنده بر مکان A و مکان مکه (M) برگزیده‌ایم، نسبت به HH' افق مکان A، ارتفاع سمت مکه که زاویه HAT است با زاویه HKS برابر است که متمم زاویه AOK می‌باشد. اما زاویه اخیر با فاصله زاویه‌ای A و M برابر است. بنابراین، ارتفاع سمت مکه

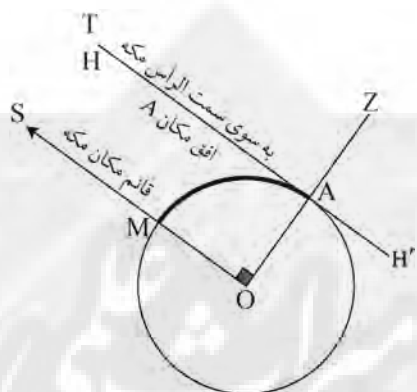
متمم فاصله زاویه‌ای مکان مفروض تا مکه است.

حالت دوم.

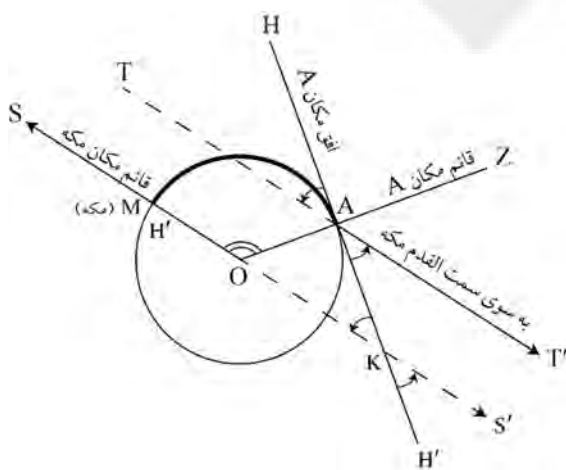
سمت الرأس مکه در افق مکان مفروض واقع است. در این حالت، فاصله زاویه‌ای مکان مفروض تا مکه برابر 90° درجه است و قائم مکان



مکه با افق مکان مفروض موازی است. پس ارتفاع سمت مکه برابر با صفر است. می‌توانیم صفر درجه را متمم ۹۰ درجه بدانیم، یعنی در این حالت هم ارتفاع سمت مکه متمم فاصله زاویه‌ای مکان تا مکه است.



حالت سوم. سمت الرأس مکه زیر افق مکان مفروض واقع است. در این حالت، فاصله زاویه‌ای مکان مفروض تا مکه بیشتر از ۹۰ درجه است و نقطه تلاقی قائم مکان مکه با افق مکان مفروض در جهت سمت القدم مکه واقع است. ارتفاع سمت مکه، یعنی زاویه HAT در جهت منفی است و برابر است با زاویه $H'AT'$ که ارتفاع سمت القدم مکه می‌باشد. زاویه اخیر با زاویه AKO برابر است و زاویه AOM که زاویه خارجی مثلث AOK است، برابر است با ۹۰ درجه به اضافه زاویه AKO . اما زاویه AOM با کمان AM ، یعنی فاصله زاویه‌ای A تا M از لحاظ اندازه برابر است.



بنابراین در این حالت فاصله زاویه‌ای مکان مفروض تا مکه به اندازه ۹۰ درجه از ارتفاع سمت القدم مکه بیشتر است و ارتفاع سمت مکه، که اندازه‌ای منفی است، باز هم متمم فاصله زاویه‌ای مکان مکه است.

بنابراین در همه حالت‌ها داریم:

(فاصله زاویه‌ای تا مکه) - 90° = ارتفاع سمت مکه

ب- شناخت جهت قبله از راه مشاهده

مقدمه. تا فاصله‌ای از مکه که سواد این شهر دیده شود، جهت قبله مشخص است و احتیاجی به مقدمات و محاسبات ندارد. در فاصله دورتر هم هرگاه چیزی واقع بر قائم مکه قابل رؤیت باشد، جهت قبله را مشخص می‌کند. بالاترین نقطه قائم مکان مکه «سمت الرأس مکه» و پایین‌ترین نقطه آن «سمت القدم مکه» است که اولی برای نیمی از کره زمین و دومی برای نیم دیگر آن قابل رؤیت است. در نیمه اول رو به سمت الرأس مکه و در نیمه دیگر پشت به سمت القدم مکه جهت قبله را مشخص می‌کند. سمت الرأس و سمت القدم مکه نقطه‌های تصویری هستند و دیدنی نیستند. اما هرگاه یک جرم آسمانی قابل رؤیت در این نقطه‌ها واقع شود، آنجا را مشخص می‌سازد. از ستارگان آسمان بعضی از ثوابت که میل آنها با عرض جغرافیایی مکه برابر باشد، هر شبانه‌روز یک بار بر سمت الرأس مکه واقع می‌شوند و بعضی از آنها که میل آنها قرینه عرض جغرافیایی مکه باشد، هر شبانه‌روز یک بار بر سمت القدم مکه قرار می‌گیرند.

سیارات نیز سالانه دو بار چنین وضعی را می‌توانند داشته باشند. نمایان‌ترین جرم‌های آسمانی برای مردم زمین خورشید است. در پیش یادآوری شد که میل خورشید در آغاز بهار صفر است، بعد ترقی کرده، در آغاز تابستان به حداکثر مقدار خود که حدود 23° درجه و $27'$ دقیقه است، می‌رسد. از این پس تنزل می‌کند و در آغاز پاییز به صفر رسیده به تنزل ادامه می‌دهد تا آغاز زمستان که به حداقل خود حدود $(23^{\circ}, 27')$ می‌رسد، سپس ترقی می‌کند و در آغاز بهار به صفر می‌رسد. بنابراین میل خورشید سالانه دو بار با عرض جغرافیایی مکه $(21^{\circ}, 26')$ و سالانه دو بار با قرینه عرض جغرافیایی مکه $(21^{\circ}, 26')$ برابر می‌شود. اما وقتی خورشید در سمت الرأس یا در سمت القدم مکه باشد، بر صفحه نصف النهار آنجا قرار دارد و در نتیجه در آن هنگام به ترتیب ظهر حقیقی مکه و نیمه شب حقیقی مکه خواهد بود. از این رو باید معلوم شود که در چه روزهایی از سال به هنگام ظهر حقیقی مکه، میل خورشید با عرض جغرافیایی مکه برابر است و در چه روزهایی از سال به

هنگام نیمه شب حقیقی مکه، میل خورشید قرینه عرض جغرافیایی مکه می‌باشد. نظر پیشینیان. پیشینیان از منجم‌ها در مسئله قبله‌شناسی به وقوع خورشید در سمت الرأس مکه توجه داشته و هنگام آن را آن زمان می‌دانسته‌اند که خورشید در درجه هفتم یا هشتم از برج جوزا و یا در درجه بیست و دوم یا بیست و سوم از برج سرطان باشد. هر برج به سی درجه تقسیم می‌شده است. اما بنا بر قواعد مربوط به تقویم (که از جمله در کتاب خلاصه هاشمی در دانستن علم تقویم چاپ ۱۳۱۳ قمری در بمبئی آمده است)، زمان گذران خورشید در هر یک از برج‌های حمل و ثور ۳۱ روز و در برج جوزا ۳۲ روز حساب می‌شده است. بنابراین، صرف نظر از حرکت قهقرايي اعتدال بهاری که در اثر آن فعلاً خورشید در آغاز بهار در برج حوت است، هرگاه قبول کنیم که در آغاز بهار خورشید به برج حمل وارد می‌شوند، نتیجه خواهد شد که موضع‌های یاد شده معادل می‌شود با روزهای هفتم یا هشتم خرداد و بیست و سوم یا بیست و چهارم تیر.

بررسی دقیق‌تر. به علت حرکت‌های مختلف زمین، حداکثر و حداقل میل خورشید، به اصطلاح قدما «میل کلی»، تغییرات جزئی سالانه دارد. از این رو در یک روز معین از سال‌های متفاوت، میل خورشید دارای اندازه‌های متفاوت است. امروزه از طرف رصدخانه‌های بزرگ جهان و همچنین از طرف برخی از انجمن‌های بین‌المللی نجوم و دریاوردی برای هر سال خورشیدی مجموعه جدول‌های نجومی و زمانی در یک کتاب چاپ و پخش می‌شود که از جمله شامل جدول اندازه‌های روزانه میل خورشید است. با بررسی این جدول می‌توان معلوم کرد که در چه روزهایی از سال میل خورشید به هنگام عبور از صفحه نصف النهار مکه برابر یا قرینه عرض جغرافیایی مکه می‌باشد. بنابر کتاب *The Astronomical Almanac* که یکی از معتبرترین کتاب‌های مزبور است، برای سال ۱۳۶۳ داریم:

نیمه شب حقیقی			میل خورشید			روز	لحظه
ساعت	دقیقه	ثانیه	درجه	دقیقه	ثانیه		
۱۱	۵۷	۱۴,۰۳	۲۱	۲۷	۲۰,۰	۷ خرداد	
۱۱	۵۷	۲۱,۹۱	۲۱	۳۶	۴۹,۶	۸ خرداد	
۱۱	۵۷	۳۰,۲۳	۲۱	۴۵	۵۶,۸	۹ خرداد	

نیمه شب حقیقی			میل خورشید			روز	لحظه
ساعت	دقیقه	ثانیه	درجه	دقیقه	ثانیه		
۱۲	۰۵	۴۹,۰۵	۲۱	۳۲	۰۰,۶	۲۴ تیر	ساعت صفر جهانی (نیمه شب رسمی گرینویچ)
۱۲	۰۶	۰۰,۷۱	۲۱	۲۲	۲۳,۵	۲۵ تیر	
۱۲	۰۶	۰۵,۷۸	۲۱	۱۲	۲۴,۶	۲۶ تیر	
۱۱	۴۸	۲۴,۳۵	-۲۱	۲۸	۲۵,۰	۸ آذر	
۱۱	۴۸	۴۶,۰۷	-۲۱	۳۸	۲۳,۳	۹ آذر	
۱۱	۴۹	۰۸,۴۳	-۲۱	۴۷	۵۶,۷	۱۰ آذر	
۱۲	۰۸	۲۴,۳۴	-۲۱	۴۰	۱۷,۶	۲۳ دی	
۱۲	۰۸	۳۶,۸۱	-۲۱	۳۰	۱۷,۴	۲۴ دی	
۱۲	۰۸	۴۸,۶۳	-۲۱	۱۹	۵۴,۴	۲۵ دی	

به فرض آنکه طول جغرافیایی مکه (۳۹° ۴۹') باشد، وقتی در گرینویچ نیمه شب باشد، در مکه ۲ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۱۶ ثانیه پس از نیمه است و ۹ ساعت و ۲۰ دقیقه و ۴۴ ثانیه طول می‌کشد تا ظهر شود. هرگاه تغییرات میل خورشید را در ۲۴ ساعت یکنواخت و تعدیل زمان را در این مدت ثابت فرض کنیم، با استفاده از جدول بالا و پس از محاسبات لازم خواهیم داشت:

میل خورشید			ساعت جهانی			وقت حقیقی مکه	روز
درجه	دقیقه	ثانیه	ساعت	دقیقه	ثانیه		
۲۱	۲۱	۱۸,۵۳	۹	۱۷	۵۰,۶۱	ظهر	۶ خرداد
۲۱	۳۱	۰۱,۵۷	۹	۱۷	۵۸,۰۳	ظهر	۷ خرداد
۲۱	۲۸	۱۶,۱۶	۹	۲۶	۳۳,۰۵	ظهر	۲۴ تیر
۲۱	۱۸	۳۰,۲۳	۹	۲۶	۴۴,۷۱	ظهر	۲۵ تیر
-۲۱	۱۶	۵۰,۹۵	۲۱	۰۸	۴۷,۲۹	نیمه شب	۷ آذر
-۲۱	۲۷	۱۶,۴۵	۲۱	۰۹	۰۸,۳۵	نیمه شب	۸ آذر
-۲۱	۳۱	۲۳,۶۴	۲۱	۲۹	۲۰,۸۱	نیمه شب	۲۴ دی
-۲۱	۲۱	۰۲,۹۴	۲۱	۲۹	۳۲,۶۳	نیمه شب	۲۵ دی

اگر عرض جغرافیایی مکه را ($26^{\circ} 21'$) بپذیریم، از جدول بالا نتیجه می‌شود که در روزهای ششم و هفتم خرداد و بیست و چهارم تیر به هنگام ظهر حقیقی مکه، و روزهای هشتم آذر و بیست و چهارم و بیست و پنجم دی به هنگام نیمه شب حقیقی مکه، میل خورشید از لحاظ قدر مطلق کمترین تفاوت را با عرض جغرافیایی مکه دارد. بنابراین در روزهای ۶ و ۷ خرداد و ۲۴ تیر به هنگام ظهر حقیقی مکه، خورشید نزدیک‌ترین فاصله را تا سمت الرأس مکه دارد و در روزهای ۸ آذر و ۲۴ و ۲۵ دی به هنگام نیمه شب حقیقی مکه خورشید نزدیک‌ترین فاصله تا سمت القدم مکه را دارا می‌باشد. هرگاه جدول‌های زمانی مربوط به چند سال متوالی را به روش بالا بررسی کنیم، نتایج مشابه به دست می‌آوریم. بنابراین نتیجه می‌شود که نزدیکی خورشید به سمت الرأس یا سمت القدم مکه در حول روزهای مذکور در بالا دور می‌زند.

روزهای جهانی قبله‌یابی. دایره عظیمه‌ای که صفحه آن بر قائم مکان مکه عمود باشد، کره زمین را به دو نیمکره تقسیم می‌کند. یکی از این دو نیمکره به قطب مکه است که قسمت اعظم قاره‌های قدیم را در بر می‌گیرد. برای ساکنان این نیمکره، خورشید که در سمت الرأس مکه واقع باشد، قابل رؤیت است. هرگاه ساکنان این نیمکره در روزهای ۶ یا ۷ خرداد و ۲۴ یا ۲۵ تیر به هنگامی که در مکه ظهر حقیقی است، رو به خورشید بایستند رو به قبله خواهند بود و هرگاه در این هنگام سایه میله قائمی، یا سایه نخ شاغولی را بر سطح افقی مشخص کنند، این خط با تقریبی قابل چشم‌پوشی خط سمت قبله آن محل خواهد بود.

نیمکره دیگر به قطب نقطه متقاطر مکه می‌باشد که قسمت اعظم قاره جدید و بخشی از ژاپن را شامل است. برای ساکنان این نیمکره، خورشید که در سمت القدم مکه واقع باشد، قابل رؤیت است. هرگاه ساکنان این نیمکره در روزهای ۷ یا ۸ آذر و ۲۴ یا ۲۵ دی به هنگامی که در مکه نیمه شب حقیقی است (و برای آنها روز است)، دقیقاً پشت به آفتاب بایستند رو به قبله خواهند بود، و هرگاه در این هنگام سایه نخ شاغول را بر سطح افقی مشخص کنند، این خط با تقریبی قابل چشم‌پوشی خط سمت قبله آن محل می‌باشد.

ساکنان واقع بر دایره عظیمه فصل مشترک دو نیمکره مزبور به هنگام ظهر یا نیمه شب مکه، خورشید را در صفحه افق خود مشاهده می‌کنند که ممکن است این هنگام برای آنان وقت طلوع یا غروب آفتاب یا هنگام دیگری از شبانه‌روز، مثلاً ظهر یا نیمه شب باشد.

دایره عظیمه مزبور، و در نتیجه دو نیمکره گفته شده، در چهار جهت مکه به چهار نقطه زیر محدود می‌باشند:

نقطه به طول ۱۴۰ درجه و ۱۱ دقیقه غربی و به عرض ۶۸ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی؛
 نقطه به طول ۳۹ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و به عرض ۶۸ درجه و ۳۴ دقیقه جنوبی؛
 نقطه به طول ۱۳۸ درجه و حدود ۴۱ دقیقه شرقی و به عرض ۲۱ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی؛
 نقطه به طول ۴۹ درجه و حدود ۳ دقیقه غربی و به عرض ۲۱ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی.
 چگونگی تعیین لحظه ظهر یا نیمه‌شب حقیقی مکه به ساعت رسمی محل در بخش پیشین زیر عنوان تعیین ظهر حقیقی بیان گردید. در اینجا مجدداً یادآوری می‌گردد که هرگاه ساعت جهانی لحظه‌های مزبور را بدانیم، کافی است که اختلاف ساعت رسمی محل و گرینویچ را با ساعت مزبور جمع یا از آن کم کنیم تا ساعت رسمی محلی مربوط به آن لحظه‌ها به دست آید. مثلاً برای آنکه معلوم کنیم در روز ۸ آذر ۱۳۶۳ (مطابق با ۲۹ نوامبر ۱۹۸۴) به هنگامی که در مکه نیمه‌شب است، به ساعت رسمی واشنگتن چه وقت است، چون ساعت رسمی واشنگتن در فصل زمستان ۵ ساعت عقب‌تر از ساعت جهانی است و با توجه به جدول مندرج در دو صفحه قبل، داریم:

$$(21^h \ 09^m \ 08,35^s) - 5^h = 16^h \ 09^m \ 08,35^s$$

یعنی در آن هنگام در واشنگتن، ساعت رسمی ۴ ساعت و ۹ دقیقه و ۰۸٫۳۵ ثانیه بعد از ظهر را نشان می‌دهد که در این موقع اگر در واشنگتن پشت به آفتاب بایستند، رو به قبله خواهند بود.

یادآوری. در محاسبات می‌توان از کسرهای ثانیه و حتی از ثانیه‌ها صرف نظر کرد. زیرا تشخیص جهت سایه با اختلاف چند ثانیه وقت عملاً میسر نیست، مگر اینکه از ابزارهای بسیار دقیق استفاده شود.

اهمیت نقش دولت‌ها و رسانه‌های گروهی. شناخت جهت قبله از روی آفتاب به شرحی که گذشت، یک روش عمومی بین‌المللی است؛ فقط کافی است که هنگام عبور خورشید از سمت الرأس یا سمت القدم مکه معلوم باشد تا هرکس در هر کجا که خورشید را می‌بیند، رو به آن یا پشت به آن بایستد. اما چنانکه قبلاً بیان شد، این موقعیت برای هر سال فرق می‌کند و با تقریبی همراه است که گاهی ناچیز و گاهی قابل ملاحظه است. محاسبات مربوط به آن محتاج به اطلاعاتی است که در اختیار همه افراد نیست. مؤسسات

نجومی در این باره می‌توانند نقش مؤثر داشته باشند. پس از آن نقش رسانه‌های گروهی دارای اهمیت است که رابط بین مؤسسات مزبور و عموم مردم باشند. در این میان، دولت‌ها و محافل بین‌المللی اسلامی و به ویژه دولت عربستان سعودی که عهده‌دار اداره مکه است، نقشی حساس‌تر و پر اهمیت‌تر را بر عهده دارند. مخصوصاً که تعیین دقیق‌ترین اندازه‌های مختصات جغرافیایی مکه، با توجه به ابزارهای پیشرفته امروزی، مهم‌ترین و حساس‌ترین کاری است که باید انجام گیرد و یا اگر انجام گرفته است، نتایج آن اعلام شود.

تنظیم‌کنندگان تقویم‌های سالانه نیز می‌توانند در کنار سایر محاسبات مربوط به اوقات، روز و موقعیت نزدیک شدن خورشید را به سمت الرأس و سمت القدم مکه و لحظه آن را نیز در تقویم‌های تنظیمی خود یادآوری نمایند.

یادداشت. در مواقعی که خورشید در سمت الرأس مکه واقع است، در هر مکان که خورشید رؤیت شود، چون ارتفاع آن اندازه گرفته شود، یا طبق فرمولی که در مقدمه کتاب آمده محاسبه شود، همان ارتفاع سمت مکه نسبت به افق آن مکان خواهد بود. در مواقعی هم که خورشید در سمت القدم مکه واقع است، ارتفاع آن در هر محل که از آنجا قابل رؤیت باشد، ارتفاع سمت مکه را با علامت منفی به دست می‌دهد. در هر حال، متمم ارتفاع سمت مکه عبارت خواهد بود از فاصله آن مکان تا مکه.

عبور روزانه خورشید از صفحه سمت قبله مکان. خورشید در حرکت ظاهری یومی در هر شبانه‌روز یک بار از صفحه سمت قبله هر مکان در بالای افق آنجا عبور می‌کند (مگر آنکه مدار حرکت یومی با صفحه سمت قبله موازی باشد که این فقط در موردی است که صفحه سمت قبله، که بر مرکز کره زمین می‌گذرد، بر صفحه استوا منطبق باشد و این هم ممکن نیست). هنگامی که خورشید در صفحه سمت قبله واقع شود، سایه آن خط، قبله آن محل را مشخص می‌کند. چنین موقعیتی برای هر مکان اختصاصی است (مگر آن مکان‌ها که سمت قبله آن‌ها مشترک باشد) و لحظه وقوع آن روزانه تفاوت می‌کند. تعیین موقعیت مزبور در یک روز معین برای یک مکان موقوف به آن است که در آن روز برای افق آن مکان مقادیر سمت خورشید را حساب کنیم و معلوم کنیم در چه هنگام از روز این سمت با زاویه انحراف قبله آن محل برابر است.

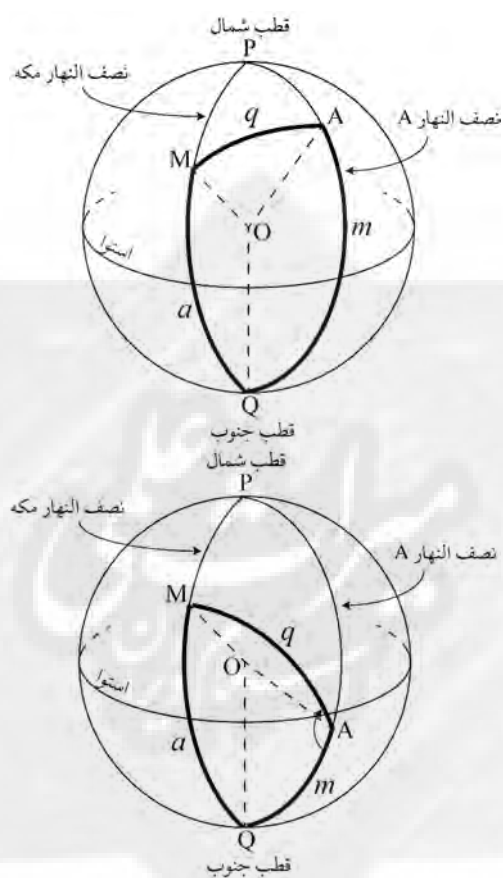
برای مکان‌هایی که بر نصف النهار مکه واقعند که طول جغرافیایی آنها با طول جغرافیایی مکه برابر است، هر روز به هنگام ظهر حقیقی سایه آفتاب خط قبله را معین می‌کند. در این

مکان‌ها، آنها که بالای «مدار رأس سرطان» یا زیر «مدار رأس جدی» واقعند، جهت قبله به هنگام ظهر رو به آفتاب است و در آن‌ها که بین دو مدار مزبور واقعند، در روزهایی از سال رو به آفتاب و در روزهایی از سال پشت به آفتاب جهت قبله خواهد بود. برای مکان‌هایی که بر نصف‌النهار متقابل مکه واقعند که طول جغرافیایی آنها غربی و مکمل طول جغرافیایی مکه است، نیز به هنگام ظهر حقیقی سایه آفتاب خط قبله را مشخص می‌کند.

ج- محاسبه زاویه انحراف قبله

مقدمه. هرگاه مختصات جغرافیایی مکه و مختصات جغرافیایی محل مورد نظر معلوم باشد، با روش‌های مختلف می‌توان زاویه انحراف قبله را حساب کرد. از بین این روش‌ها آنکه محققاً درست است و همه حالت‌ها را کلاً شامل است، در زیر یادآوری می‌شود. خود روش تحقیقی است، اما دقت جواب حاصل از آن مربوط است به اینکه اندازه‌های مختصات جغرافیایی مکه و محل تا چه اندازه دقیق باشند. خواننده علاقه‌مند به دانستن روش‌های دیگر محاسبه زاویه انحراف قبله می‌تواند به کتاب قبله‌شناسی تألیف سردار کابلی مراجعه کند.

روش حل مثلث کروی. روی کره زمین مثلثی کروی در نظر می‌گیریم که یک رأس آن قطب جنوب (Q)، رأس دیگر آن مکه (M)، و رأس سومش مکان مورد نظر (A) باشد. طول جغرافیایی مکه را α و عرض جغرافیایی آنجا را β و طول جغرافیایی A را x و عرض جغرافیایی آن را y فرض می‌کنیم.



در مثلث کروی QMA اندازه ضلع QM برابر است با $a = 90^\circ + \beta$ و اندازه ضلع QA برابر است با $m = 90^\circ + y$ که اگر عرض A شمالی باشد، y را مثبت و اگر عرض A جنوبی باشد، y را منفی می‌گیریم و اندازه زاویه Q برابر است با $Q = |x - \alpha|$ که اگر طول A شرقی باشد، x را مثبت و اگر طول A غربی باشد، x را منفی می‌گیریم. چون دو ضلع و زاویه بین آنها از این مثلث معلوم است، پس مثلث قابل حل است و از حل آن می‌توان اولاً اندازه زاویه A یعنی زاویه انحراف قبله A و ثانیاً اندازه q یعنی فاصله زاویه‌ای A تا M را حساب کرده و از روی آن ارتفاع سمت قبله را که متمم q است، به دست آورد.

برای تعیین زاویه A از دو رابطه زیر استفاده می‌کنیم (به بخش نخست کتاب زیر عنوان «مثلث کروی» مراجعه شود):

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos \frac{a-m}{2} \cdot \cot \frac{Q}{2}}{\cos \frac{a+m}{2}} \quad (1)$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin \frac{a-m}{2} \cdot \cot \frac{Q}{2}}{\sin \frac{a+m}{2}}$$

در استفاده از این رابطه‌ها؛ اولاً باید توجه داشت که چون اندازه‌های زاویه‌های A و M مثبت هستند، هرگاه برای $\tan \frac{A+M}{2}$ مقدار منفی به دست آمد، کمان نظیر آن را باید منفی اختیار کرد؛ ثانیاً در مورد $\frac{A-M}{2}$ به دو نکته باید توجه شود؛ یکی آنکه اگر a کوچک‌تر از m باشد، $A-M$ منفی است، دیگر آنکه بایستی $\frac{A-M}{2}$ کوچک‌تر از $\frac{A+M}{2}$ باشد. با توجه به نکته‌های مزبور، مقادیر طرف اول رابطه‌های بالا را به دست می‌آوریم و در نتیجه خواهیم داشت:

$$A = \frac{A+M}{2} + \frac{A-M}{2}$$

اگر ماشین حساب شامل عملیات مثلثاتی در اختیار داشته باشیم، محاسبات را مستقیماً به کمک آن انجام می‌دهیم وگرنه از جدول لگاریتم استفاده می‌کنیم:

$$\log \left| \tan \frac{A+M}{2} \right| = \log \left| \cos \frac{a-m}{2} \right| + \log \left| \cot \frac{Q}{2} \right| + \text{co log} \left| \cos \frac{a+m}{2} \right|$$

$$\log \left| \tan \frac{A-M}{2} \right| = \log \left| \sin \frac{a-m}{2} \right| + \log \left| \cot \frac{Q}{2} \right| + \text{co log} \left| \sin \frac{a+m}{2} \right|$$

برای محاسبه q در صورت داشتن ماشین حساب، مناسب‌تر آن است که از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$\cos q = \cos a \cdot \cos m + \sin a \cdot \sin m \cdot \cos Q \quad (2)$$

و در صورت استفاده از جدول لگاریتم از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\sin q = \frac{\sin Q \cdot \sin a}{\sin A} \quad (3)$$

$$\log \sin q = \log \sin Q + \log \sin a + \text{co log} \sin A$$

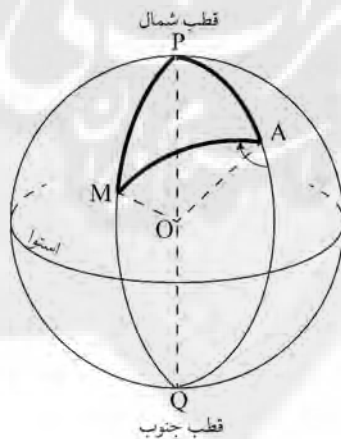
اما در حالت اخیر باید توجه داشت که q چه حاده و چه منفی باشد، $\sin q$ مثبت

است، بنابراین پس از به دست آوردن $\sin q$ با توجه به اندازه زاویه Q و کوچکی و بزرگی ضلع‌های مثلث از دو مقدار حاده و منفرجه q باید آن را که مناسب است اختیار کرد. پس از محاسبه q ، اندازه ارتفاع سمت^۱ مکه را به دست می‌آوریم:

$$h = 90^\circ - q$$

امتحان درستی جواب‌ها. می‌توانیم مثلث PMA را در نظر گرفته و حل کنیم. در این مثلث اندازه ضلع PM برابر است با $90^\circ - \beta$ ، اندازه ضلع PA برابر است با $90^\circ - \gamma$ و اندازه زاویه P همان $|x - \alpha|$ است.

می‌توانیم به طریق گفته شده، اندازه زاویه A را حساب کنیم که مکمل آن زاویه انحراف قبله مکان A است و باید با جواب قبلی برابر باشد. اندازه ضلع AM که حساب شود نیز باید با جواب قبلی آن برابر باشد.



یادآوری. پس از به دست آوردن زاویه انحراف قبله، لازم است که خط نصف النهاری (=خط شمال و جنوب) محل دقیقاً مشخص باشد تا نسبت به آن زاویه انحراف را (ابتدا از جنوب) اندازه گرفته و خط سمت قبله را رسم کرد. چگونگی تعیین خط نصف النهاری قبلاً بیان شد.

حالت‌های خاص:

۱- هرگاه A متقاطع با مکه انتخاب شود، $\tan \frac{A+M}{p}$ به صورت مبهم^۲ در می‌آید و A نامشخص می‌باشد.

۱. در متن اصلی «سمت ارتفاع» آمده است. - و

۲- هرگاه A بر نصف النهار مکه یا بر نصف النهار متقابل با آن واقع بوده و متقاطر با مکه نباشد، اندازه زاویه Q برابر با صفر یا برابر با 180° است و در نتیجه $\cot \frac{Q}{P} = \pm \infty$ یا صفر بوده و از آنجا اندازه زاویه A برابر با صفر یا 180° به دست می‌آید.

یادداشت. ۱) بعضی از متقدمین زاویه انحراف قبله محلی را که روی مدار مکه واقع باشد، به اشتباه نود درجه تصور کرده‌اند. اشتباه آنان در آن است که مدار را با دایره عظیمه اشتباه کرده‌اند. زاویه انحراف قبله محلی که روی مدار مکه واقع است، با نود درجه اختلاف دارد که هرچه آن محل به مکه نزدیک‌تر باشد، این اختلاف کمتر و هرچه آن محل از مکه دورتر باشد، این اختلاف بیشتر خواهد بود.

۲) در آثار گذشتگان از متقدمین و متأخرین، برای تعیین فاصله زاویه‌ای دو محل که مختصات جغرافیایی آنها (a و b) و (c و d) باشد، فرمول $\sqrt{(a-c)^2 + (b-d)^2}$ ارائه شده است که از دو نظر اشتباه است؛ اولاً مدار را با دایره عظیمه اشتباه کرده‌اند؛ زیرا رابطه فیثاغورس را که ویژه مثلث قائم‌الزاویه مسطحه است برای مثلث قائم‌الزاویه کروی نیز صادق تصور کرده‌اند.

مثال‌های نمونه

در این مثال‌ها، همانگونه که در پیشگفتار اشاره شد، طول جغرافیایی مکه ($\alpha = 39^\circ 49'$) و عرض جغرافیایی مکه ($\beta = 21^\circ 26'$) پذیرفته می‌شود. خواننده که اندازه‌های دقیق‌تر مختصات جغرافیایی مکه یا شهرهای دیگر مورد مثال را داشته باشد، محاسبات را بر پایه آنها از سر خواهد گرفت.

مثال ۱. تهران با طول جغرافیایی ($x = 51^\circ 25' 40.8''$) و با عرض جغرافیایی ($y = 35^\circ 42' 39''$) را مکان A اختیار می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$a = 90^\circ + (21^\circ 26') = 111^\circ 26'$$

$$m = 90^\circ + (35^\circ 42' 39'') = 125^\circ 42' 39''$$

$$Q = (51^\circ 25' 40.8'') - (39^\circ 49') = 11^\circ 36' 40.8''$$

$$\frac{a+m}{2} = 118^\circ 34' 19.5'' \quad \text{و} \quad \frac{a-m}{2} = -(7^\circ 08' 19.5'')$$

$$\frac{Q}{P} = 5^{\circ} 48' 20.4''$$

الف- محاسبه مستقیم به کمک ماشین حساب

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos(-7^{\circ} 08' 19.5'') \cdot \cot(5^{\circ} 48' 20.4'')}{\cos(118^{\circ} 34' 19.5'')}$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin(-7^{\circ} 08' 19.5'') \cdot \cot(5^{\circ} 48' 20.4'')}{\sin(118^{\circ} 34' 19.5'')}$$

$$\cos q = \cos(111^{\circ} 26') \cdot \cos(125^{\circ} 42' 39'') + \sin(111^{\circ} 26') \cdot \sin(125^{\circ} 42' 39'') \cdot \cos(11^{\circ} 36' 40.8'')$$

$$\tan \frac{A+M}{2} = -20.404839 \Rightarrow \frac{A+M}{2} = 92^{\circ} 48' 20.54''$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = -1.3917284 \Rightarrow \frac{A-M}{2} = -54^{\circ} 18' 05.7''$$

زاویه انحراف قبله تهران از جنوب به غرب:

$$A = (92^{\circ} 48' 20.54'') - (54^{\circ} 18' 05.7'') = 38^{\circ} 30' 14.84''$$

فاصله زاویه ای تهران تا مکه:

$$\cos q = 0.95364514 \Rightarrow q = 17^{\circ} 30' 49.23''$$

ارتفاع سمت مکه نسبت به افق تهران:

$$h = 90^{\circ} - (17^{\circ} 30' 49.23'') = 72^{\circ} 29' 10.77''$$

فاصله طولی تهران تا مکه به فرض آنکه شعاع کره زمین ۶۳۷۸ کیلومتر باشد:

$$d = \frac{2 \times \pi \times 6378 \times (17^{\circ} 30' 49.23'')}{360^{\circ}} = 1949.5715 \text{ کیلومتر}$$

ب- محاسبه لگاریتمی با جدول پنج رقمی: چون مقادیر $\tan \frac{A+M}{2}$ و $\tan \frac{A-M}{2}$ منفی هستند و $\frac{A+M}{2}$ مثبت و $\frac{A-M}{2}$ منفی است، پس با کنار گذاشتن علامت‌های منفی داریم:

$$\begin{aligned} \log \tan \left(\pi - \frac{A+M}{2} \right) &= \log \cos (7^\circ 08' 19.5'') + \log \cot (5^\circ 48' 20.4'') + \\ &\quad \text{co log cos} (61^\circ 25' 40.5'') \\ &= \bar{1}.99662 + 0.99278 + 0.32033 \\ &= 1.30973 \end{aligned}$$

$$\pi - \frac{A+M}{2} = 87^\circ 11' 39.38'' \Rightarrow \frac{A+M}{2} = 92^\circ 48' 20.61''$$

$$\log \tan \left(-\frac{A-M}{2} \right) = \log \sin (7^\circ 08' 19.5'') + \log \cot (5^\circ 48' 20.4'') +$$

$$\text{co log sin} (61^\circ 25' 40.5'') = \bar{1}.09437 + 0.99278 + 0.05639 = 0.14354$$

$$-\frac{A-M}{2} = 54^\circ 18' 02.43'' \Rightarrow \frac{A-M}{2} = -54^\circ 18' 02.43''$$

$$A = (92^\circ 48' 20.61'') - (54^\circ 18' 02.43'') = 38^\circ 30' 18.18''$$

$$\begin{aligned} \log \sin q &= \log \sin (11^\circ 36' 40.8'') + \log \sin (68^\circ 34') + \\ &\quad \text{co log sin} (38^\circ 30' 19'') \end{aligned}$$

$$= \bar{1}.30378 + \bar{1}.96888 + 0.20580$$

$$= \bar{1}.47846$$

$$\Rightarrow q = 17^\circ 30' 47''$$

یادآوری. محاسبات لگاریتمی با تقریبی بیشتر توأم است و از این رو پاسخ‌های به دست آمده با پاسخ‌های قبلی تفاوت چند ثانیه دارند. پاسخ‌هایی که مستقیماً و به کمک ماشین حساب به دست آیند، دقیق‌تر می‌باشند.

امتحان درستی جواب‌ها. در مثلث کروی PMA داریم:

$$a = 68^\circ 34', m = 54^\circ 17' 21'', P = 11^\circ 36' 40.8''$$

$$\frac{a+m}{2} = 61^\circ 25' 40.5'', \frac{a-m}{2} = 7^\circ 08' 19.5'', \frac{P}{2} = 5^\circ 48' 20.4''$$

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos(7^\circ 08' 19.5'') \cdot \cot(5^\circ 48' 20.4'')}{\cos(61^\circ 25' 40.5'')} = 20.404839$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin(7^\circ 08' 19.5'') \cdot \cot(5^\circ 48' 20.4'')}{\sin(61^\circ 25' 40.5'')} = 1,3917284$$

$$\frac{A+M}{2} = 87^\circ 11' 39.45'', \quad \frac{A-M}{2} = 54^\circ 18' 05.7''$$

$$A = 141^\circ 29' 45.15'' \Rightarrow 180^\circ - A = 38^\circ 30' 14.85''$$

$$\sin p = \frac{\sin P \cdot \sin a}{\sin A} = \frac{\sin(11^\circ 36' 40.8'') \cdot \sin(68^\circ 34')}{\sin(141^\circ 29' 45.15'')}$$

$$= 0.30093334 \Rightarrow p = 17^\circ 30' 49.23'' = q$$

مثال ۲. گرینویچ (لندن) به طول جغرافیایی صفر و به عرض جغرافیایی

$(y = 51^\circ 28' 38'')$ را موضع A اختیار می‌کنیم، داریم:

$$a = 111^\circ 26', \quad m = 90^\circ + (51^\circ 28' 38'') = 141^\circ 28' 38''$$

$$\frac{a+m}{2} = 126^\circ 27' 19'' \quad \text{و} \quad \frac{a-m}{2} = -15^\circ 01' 19''$$

$$Q = 39^\circ 49' \quad \frac{Q}{2} = 19^\circ 54' 30'' \quad \text{و}$$

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos(-15^\circ 01' 19'') \cdot \cot(19^\circ 54' 30'')}{\cos(126^\circ 27' 19'')} = -4,4881796$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin(-15^\circ 01' 19'') \cdot \cot(19^\circ 54' 30'')}{\sin(126^\circ 27' 19'')} = -0,88978963$$

$$\frac{A+M}{2} = 102^\circ 33' 38.7'' \quad \text{و} \quad \frac{A-M}{2} = -41^\circ 39' 44.48''$$

زاویه انحراف قبله گرینویچ از جنوب به شرق: $A = 60^\circ 53' 54.22''$

$$\cos q = \cos(111^\circ 26') \cdot \cos(141^\circ 28' 38'') + \sin(111^\circ 26') \cdot \sin(141^\circ 28' 38'') \times \cos(39^\circ 49')$$

$$= 0,73119581 \quad \text{فاصله زاویه‌ای:}$$

$$q = 43^\circ 00' 47,76'' \quad \text{گرینویچ تا مکه:}$$

$$h = 90^\circ - (43^\circ 00' 47,76'') = 46^\circ 59' 12,24''$$

ارتفاع سمت مکه نسبت به

افق گرینویچ:

برای امتحان درستی جواب‌ها، رابطه سینوس‌ها را به کار می‌بریم:

$$\frac{\sin q}{\sin Q} = \frac{\sin(43^\circ 00' 47.76'')}{\sin(39^\circ 49')} = 1.0653324$$

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin(111^\circ 26')}{\sin(60^\circ 53' 54.22'')} = 1.0653324$$

مثال ۳. بوئنوس آیرس (از آرژانتین) به فرض آنکه طول جغرافیایی آن ($x = 58^\circ 45'$) غربی و عرض جغرافیایی آن ($y = 34^\circ 30''$) جنوبی باشد.

$$a = 111^\circ 26', m = 90^\circ - (34^\circ 30') = 55^\circ 30'$$

$$\frac{a+m}{2} = 83^\circ 28', \frac{a-m}{2} = 27^\circ 58'$$

$$Q = |-(58^\circ 45') - (39^\circ 49')| = 98^\circ 34', \frac{Q}{2} = 49^\circ 17'$$

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos(27^\circ 58') \cdot \cot(49^\circ 17')}{\cos(83^\circ 28')} = 6.6806857$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin(27^\circ 58') \cdot \cot(49^\circ 17')}{\sin(83^\circ 28')} = 0.40624295$$

$$\frac{A+M}{2} = 81^\circ 29' 12.74'' \text{ و } \frac{A-M}{2} = 22^\circ 06' 32.76''$$

زاویه انحراف قبله بوئنوس آیرس از جنوب به شرق: [که معادل است با ($76^\circ 24' 14.5''$) در جهت از شمال به شرق]

$$\begin{aligned} \cos q &= \cos(111^\circ 26') \cdot \cos(55^\circ 30') + \\ &\quad \sin(111^\circ 26') \cdot \sin(55^\circ 30') \cdot \cos(98^\circ 34') \\ &= 0.32124736 \end{aligned}$$

$$q = 108^\circ 44' 18.1'' \quad \text{فاصله زاویه‌ای بوئنوس آیرس تا مکه:}$$

ارتفاع سمت مکه نسبت به افق بوئنوس آیرس:

$$h = 90 - (108^\circ 44' 18.1'') = -(18^\circ 44' 18.1'')$$

بنابراین سمت الرأس مکه زیر افق بوئنوس آیرس قرار دارد و در آنجا قابل رؤیت نیست.

این موضوع از روی فاصله زاویه‌ای نیز معلوم می‌شود، زیرا این فاصله بیش از 90° است.

یادآوری. در این مثال هرگاه برای محاسبه q از روابط سینوس ها استفاده شود، با توجه به منفرجه بودن Q باید q را نیز منفرجه اختیار کرد.

مثال ۴. A را مکانی واقع بر مدار مکه، یعنی به عرض جغرافیایی $(۲۶' ۲۱^\circ)$ ، و به طول جغرافیایی $(۵۴' ۴۰'' ۱۳۸^\circ = x)$ اختیار می‌کنیم (یکی از چهار مکانی که در بحث روزهای جهانی قبله به آنها اشاره شد):

$$a = m = ۱۱۱^\circ ۲۶', \frac{a+m}{۲} = ۱۱۱^\circ ۲۶', \frac{a-m}{۲} = 0$$

$$Q = ۹۸^\circ ۵۱' ۵۴,۴۱'', \frac{Q}{۲} = ۴۹^\circ ۲۵' ۵۷,۲۰''$$

$$A = M \Rightarrow \tan A = \frac{\cot(۴۹^\circ ۲۵' ۵۷,۲۰'')}{\cos(۱۱۱^\circ ۲۶')} = -۲,۳۴۲۸۴۴۵$$

$$A = ۱۱۳^\circ ۰۶' ۵۱,۵'' \quad \text{زاویه انحراف قبله } A \text{ از جنوب به شرق:}$$

$$\cos q = \cos^2(۱۱۱^\circ ۲۶') + \sin^2(۱۱۱^\circ ۲۶') \cdot \cos(۹۸^\circ ۵۱' ۵۴/۴۱'') \\ \approx 0,000000003$$

صرف نظر از خطاهای محاسبات، $\cos q = 0$ و $q = ۹۰^\circ$ خواهد بود. یعنی:

فاصله زاویه ای A تا مکه: ۹۰°

ارتفاع سمت مکه نسبت به افق A : $h = ۹۰^\circ - ۹۰^\circ = 0$ ، یعنی سمت الرأس مکه در

افق مکان A قرار دارد.

مثال ۵. برای حسن ختام

محاسبه زاویه انحراف قبله بیت المقدس، «زاویه انحراف قبله مکرمه نسبت به قبله اول اسلام». به فرض آنکه طول جغرافیایی بیت المقدس $(x = ۳۵^\circ ۱۳')$ شرقی و عرض جغرافیایی آن $(y = ۳۱^\circ ۴۷')$ شمالی باشد:

$$a = ۱۱۱^\circ ۲۶', m = ۱۲۱^\circ ۴۷'$$

$$\frac{a+m}{۲} = ۱۱۶^\circ ۳۶' ۳۰'', \frac{a-m}{۲} = -۵^\circ ۱۰' ۳۰''$$

$$Q = ۴۰^\circ ۳۶', \frac{Q}{۲} = ۲^\circ ۱۸'$$

$$\tan \frac{A+M}{2} = \frac{\cos(-5^{\circ} 10' 30'') \cdot \cot(2^{\circ} 18')}{\cos(116^{\circ} 36' 30'')} = -55,362671$$

$$\tan \frac{A-M}{2} = \frac{\sin(-5^{\circ} 10' 30'') \cdot \cot(2^{\circ} 18')}{\sin(116^{\circ} 36' 30'')} = -2,5117574$$

$$\frac{A+M}{2} = 91^{\circ} 02' 05,29'', \quad \frac{A-M}{2} = -68^{\circ} 17' 28,07''$$

$A = 22^{\circ} 44' 37,22''$ زاویه انحراف قبله بیت المقدس از جنوب به شرق:

$$M = \frac{A+M}{2} - \frac{A-M}{2} = (91^{\circ} 02' 05,29'') + (68^{\circ} 17' 28,07'')$$

زاویه انحراف قبله مکه نسبت به قبله اول اسلام:

$M = 159^{\circ} 19' 33,36''$ از جنوب به غرب:

$20^{\circ} 40' 26,64''$ از شمال به غرب:

$$\begin{aligned} \cos q &= \cos(111^{\circ} 26') \cdot \cos(121^{\circ} 47') + \\ &\quad \sin(111^{\circ} 26') \cdot \sin(121^{\circ} 47') \cdot \cos(4^{\circ} 36') \\ &= 0,98117988 \end{aligned}$$

$q = 11^{\circ} 08'$ فاصله زاویه ای بیت المقدس تا مکه:

ارتفاع سمت مکه نسبت به افق بیت المقدس:

$$h = 90^{\circ} - (11^{\circ} 08') = 78^{\circ} 52'$$

فاصله طولی بیت المقدس تا مکه:

$$\frac{2 \times \pi \times 6370 \times (11^{\circ} 08')}{360^{\circ}} = 1239,3303 \text{ کیلومتر}$$

۱ - پیشگفتار

هر مسلمان برای برتری نمازهای روزانه ، همچنین در مورد های دیگر ، ناچار از شناخت سمت معلم است . مسئله شرعی کلیه ای انتخاب جهت قبله به هنگام برگزینی فریضه جا ، در کتابهای فقهی و در رساله های علمی مراجع تقلید بیان گردیده و در این باره تکلیف هر فرد مسلمان در توضیحاتی گوناگونی که برایش پیش آید معین می باشد . اما این جهت در حق قبله هر محل یک مسئله نجومی - ریاضی است و دستمای بدین علاوه بر دانستن تخصص در دانشهای نجوم و ریاضی ، به دانستن ریاضی از جغرافیای ریاضی نیز نیاز دارد . از این رو است که تقریباً بیشتر از فقهاء در این جهت قبله استناد به قول متخصصین را ، هر چند هم که غیر مسلمان باشد ، معتبر دانستند . در کتاب « جبل التین » تألیف شیخ ریاضی اصفهانی که در باره اعتماد فقهاء به اهل هیئت و ریاضی در موضوع قبله با بی بمان آمده است که باره ای از آن ، به نقل از کتاب « قبله شناسی » تألیف سردار کاظمی آورده می شود :

«... و اما قول تو که در حق بیار سلام ایشان چه جای عدالتشان نیست ، پس چگونه اعتماد بر کلام ایشان قبل از تعیین نمودن بهضمون آن روا باشد ، پس کلامی است که از حلقه صواب عاری است ؟ چه تعیین غیر شرط است ، و رجوع فقوا در آنچه محتاجند بدان در هر فن به علمای آن فن و اعتماد بر آن بر قواعد اهل آن فن ، هرگاه مخالفی با ما نوزد شرع نداشته باشد ، شایع و ذائع و معروف است میان ایشان خلقاً عن سلف ، مثل رجوع ایشان در سائل نحوه نجات ، در سائل لغت به لغویین ، و در سائل طب به اطباء ، و در سائل مساحت و جبر و تقابل و خطائین و آنچه بدانها ماند به اهل حساب ، بدون رسیدگی به عدالت و فسق ایشان ، بلکه آن سائل را به طریق تسلیم از ایشان قرار گرفته عمل میزدانند بدون نظر در دلائل ایشان که ایشان را به آن رسانیده بواسطه حصول ظن غالب

برای هر نقطه از سطح کره زمین :
 اندازه کمانی از مدار آن نقطه تا کمان
 نصف النهار مبدأ و آن نقطه محصور است
 طول جغرافیائی آن نقطه و اندازه کمانی
 از نصف النهار آن نقطه تا کمان
 آن نقطه محصور است عرض جغرافیائی آن
 نقطه می نامند. طول جغرافیائی هر نقطه
 برابر است با زاویه ای که شعاع نصف النهار آن نقطه با شعاع نصف النهار مبدأ می سازد و برابر است با انحراف
 کمانی از زاویه استوا که بین نصف النهار مبدأ و نصف النهار آن نقطه محصور است. عرض جغرافیائی هر نقطه برابر است با
 اندازه زاویه ای که شعاع گذرنده بر آن نقطه با شعاع استوا می سازد.
 مطابق با شکل بالا داریم :

$$\widehat{NM} = \widehat{GH} = \widehat{GOH}$$
 طول جغرافیائی M

$$\widehat{HM} = \widehat{HOM}$$
 عرض جغرافیائی M

طول جغرافیائی را از صفر تا ۱۸۰ درجه شرقی یا از صفر تا ۱۸۰ درجه غربی ، و عرض جغرافیائی
 را از صفر تا ۹۰ درجه شمالی و از صفر تا ۹۰ درجه جنوبی اندازه می گیرند. $\frac{۳۶۰}{۱۴}$ طول جغرافیائی هر نقطه
 شمال ۹۰ درجه شمالی (= +۹۰) و از قطب جنوب برابر ۹۰ درجه جنوبی (= -۹۰) است و طول
 جغرافیائی هر یک از این دو نقطه نامعین است.

$\frac{۳۶۰}{۱۴} = ۲۵.۷$
 اختلاف طولهای جغرافیائی دو نقطه از زمین برابر است با جیب ضرب ۱۵ در اختلاف ساعت آن
 محلی آن دو نقطه. از این رو ، هرگاه طولهای جغرافیائی دو محل معلوم باشد می توان اختلاف ساعتی آنجا را
 بدست آورد ، و هرگاه اختلاف ساعتی معلوم باشد می توان اختلاف طولها را بدست آورد. به ویژه برای
 تعیین طول جغرافیائی هر محل. ستاره مشخصی را در نظر گرفته بایست ساعت معین و دقیق لحظه عبور آن را

Determinarion of Qibla and the True Solar Noon

As we know, the Muslims face the sacred Ka'ba – in the heart of Mecca – in their prayers and some religious activities. The direction that should be faced when a Muslim prays is called *qibla*. During the centuries, Muslim astronomers devised methods on how to find the *qibla* direction for any locality by means of calculation.

The present booklet which was prepared by one of the sophisticated Iranian mathematics teachers, Mr. 'Abdol-Hossein Mos-hafi, more than thirty years ago, concerns two principal problems: 1) the determination of the direction of *qibla* by observing the sun, 2) the calculation of the deviation of the *qibla* direction from the meridian of locality. Before entering the main debates, the author introduces the technical vocabulary of the subject and clarifies the astronomical expressions with the help of some examples and figures. The definitions like zenith, nadir, ecliptic, the equation of time, etc. are elucidated precisely. After that, the reader will find the discussions on how to determine the solar noon and the geographical meridian by using different methods, either by applying the devices such as sundials or the theodolites, or by some calculation techniques. One can find several examples on how to calculate the solar noon of several cities in different seasons. Thus, the reader will obtain a good variety of astronomical knowledge before being acquainted with the problem of determining the *qibla* direction.

At last, the methods for determining the *qibla* direction through observation and calculation will be argued. In order to clarify the methods, not only the author takes the advantage of various examples, he even presents the methods on how to examine the accuracy of the results.

This fruitful booklet benefits of a rewarding introduction by Mr. Gholam-Reza 'Asjodi, another experienced mathematics teacher, which has supplemented the content of the book.



Determination of Qibla and the True Solar Noon
through Observation and Calculation

‘Abdol-Hossein Mos-hafi
Introduction by Gholam-Reza ‘Asjodi

Edited by Zeinab Karimian

2017

ISSN: 2322-3669



Miras-e Elmi-ye Eslam va Iran

Semiannual Journal on the Scientific Heritage of Islam and Iran
Supplement no. 1

**Determination of Qibla and the True Solar Noon
through Observation and Calculation**

‘Abdol-Hossein Mos-hafi

Introduction by Gholam-Reza ‘Asjodi

Edited by Zeinab Karimian

Proprietor: The Written Heritage Research Institute
Managing Director : Akbar Irani
Assistant Editor: Mohammad Bagheri
Managing Editor: Hamid Bohloul

No. 1182, Enghelab Ave., Between Daneshgah & Abu Rayhan streets, Tehran, Iran
Postal Code: 13156-93519
Tel.: +98 21 66490612 , Fax: +98 21 66406258

www.mirasmaktoob.ir
miraselmi90@gmail.com

2017

Miras-e Elmi-ye Eslam va Iran

Semiannual Journal on the Scientific Heritage of Islam and Iran

Supplement no. 1

Determination of Qibla and the True Solar Noon

through Observation and Calculation

‘Abdol-Hossein Mos-hafi

Introduction by
Gholam-Reza ‘Asjodi

Edited by
Zeinab Karimian



The Written Heritage Research Institute

ISSN 2322-3669