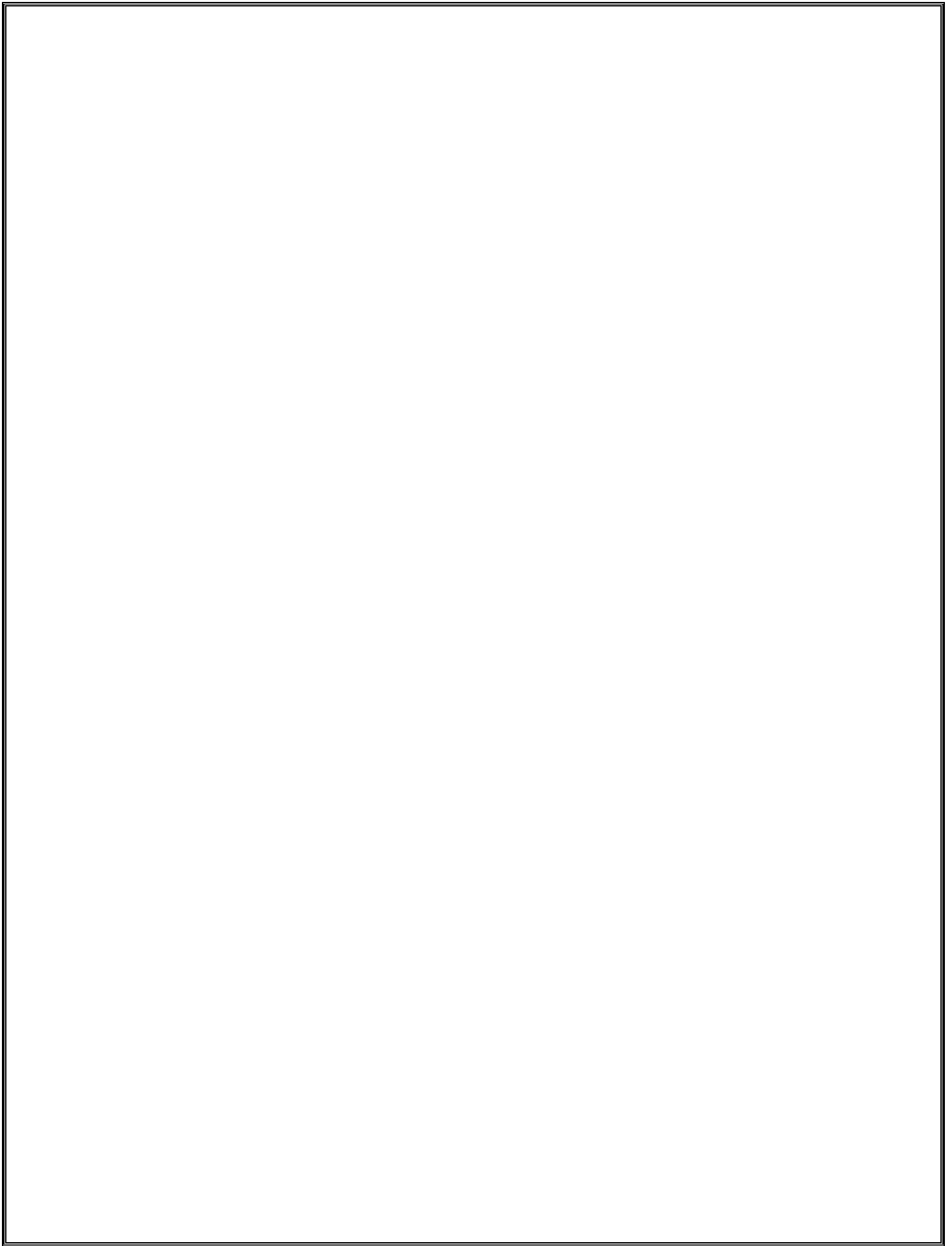




مرکز مطالعات و پژوهش های فلکی - نجومی

چکیده چند بحث در نجوم اسلامی

ستاد برگزاری مسابقه سراسری نجوم



بسم الله الرحمن الرحيم

با حمد و سپاس خداوند بزرگ مرتبه که امر به تفکر در آسمان نمود و آن را آیاتی از قدرت خود قرار داد.

خدا را شاکریم که مرکز مطالعات و پژوهش های فلکی نجومی وابسته به دفتر حضرت آیت الله العظمی سیستانی (مدظله) در جهت ترویج علم نجوم و ایجاد انگیزه برای علاقمندان اقدام به برگزاری دوره های مختلف مسابقه سراسری نجوم نموده است.

با توجه به اجرای پنج دوره موفقیت آمیز مسابقه سراسری نجوم و در آستانه ششمین دوره آن و نظر به اهمیت نجوم در اسلام و ارتباط فراوان نجوم با برخی از مسائل دینی، قرار به تالیف بحثی به عنوان ((چکیده چند بحث در نجوم اسلامی)) و ارائه آن به عنوان یکی از منابع مسابقه سراسری نجوم گرفته شد. این بحث اکنون که در اختیار شما عزیزان قرار گرفته نتیجه زحمات و تلاش آقایان بیژن سهرابی و احمد رحمانی می باشد که در اینجا از همکاری آنها تقدیر و تشکر می گردد .

امیدواریم که این جزوه بتواند هرچند اندک در افزایش سطح معلومات نجوم شما موثر باشد.

بهمن ۱۳۸۹

محمد صالح نجف

دبیرستاد برگزاری مسابقه سراسری نجوم

فهرست

۶.....	نجوم اسلامی
۹.....	قبله و قبله یابی
۹.....	نگاهی تاریخی
۱۱.....	جهت یابی و یافتن نقطه شمال
۱۱.....	شمال و جنوب جغرافیایی (حقیقی)
۱۲.....	شمال و جنوب مغناطیسی
۱۲.....	میل مغناطیسی
۱۳.....	انحراف مغناطیسی
۱۳.....	تعیین خط شمال - جنوب جغرافیایی
۱۵.....	قبله یابی با مثلثات کروی
۱۶.....	قبله یابی در دو روز مشخص سال
۱۶.....	قبله یابی با استفاده از اجرام سماوی
۱۸.....	اوقات شرعی
۱۸.....	تصحیحات نجومی برای اوقات شرعی
۱۸.....	۱. تصحیح اختلاف منظر
۱۹.....	۲. تصحیح شکست نور
۲۰.....	۳. تصحیح شیب افق
۲۰.....	۴. تصحیح نیم قطر
۲۱.....	مشکلات اوقات شرعی در نواحی قطبی
۲۲.....	استهلال
۲۲.....	مشخصات مدار ماه
۲۲.....	تقویم قمری
۲۴.....	چند اصطلاح
۲۴.....	مقارنه و مقابله

۲۴	فازهای ماه
۲۴	بخش روشن ماه
۲۵	قطر زاویه‌ای ماه
۲۵	سن ماه
۲۵	پیشگویی هلال
۲۶	مهم‌ترین عوامل نجومی مؤثر در رؤیت هلال
۲۶	منطق پیشگویی هلال
۲۷	مشکلات استهلال در نواحی قطبی
۲۸	گرفتگی‌های ماه و خورشید
۲۸	ماه‌گرفتگی (خسوف)
۲۹	خورشید گرفتگی (کسوف)
۳۰	قوانین گرفتگی‌ها
۳۲	نگاهی کوتاه به نجوم در دوره اسلامی
۳۲	اهمیت علم نجوم
۳۳	نجوم قبل از دوره اسلامی
۳۳	نجوم در دوره اسلامی
۳۴	رصدخانه‌های مهم در دوره اسلامی

نجوم اسلامی

به بیانی، **نجوم اسلامی** (اخترشناسی اسلامی) به بخش‌هایی از اخترشناسی گفته می‌شود که در تاریخ تمدن اسلامی رشد کرده یا ایجاد شده است.

نخستین منجمان مسلمان، در نیمه دوم قرن سوم هجری در بغداد پدیدار شدند. آثار نجومی دانشمندان مسلمان بیشتر بر پایه زیج‌های^۱ ایرانی و هندی بنا شد. زیج شهریاری که به دستور انوشیروان در ایران نگاشته شده بود، توسط ابوالحسن تمیمی به عربی ترجمه شد؛ و بدین ترتیب نخستین اثر نجوم اسلامی تألیف گشت.

۱. زیج معرب «زیگ» است که در فارسی میانه به معنای «جدول اختری» یا «سال‌نامه» می‌باشد و به کتابی گفته می‌شد که که بر اساس رصدها تألیف شده و موقعیت اجرام آسمانی را در آن درج می‌کردند.

زیج‌ها شامل اطلاعاتی در مورد زمان طلوع و غروب خورشید، ماه و سیارات و ستاره‌های مشهور در روزهای مختلف سال و برای یک محل خاص بوده است که در قالب جدول‌هایی تنظیم می‌شده است. از جدول‌های زیج، برای دانستن موقعیت و رصد کردن اجرام سماوی، تعیین طول روز و شب، جهت‌یابی و دیگر مقاصد اخترشناسی استفاده می‌شده است. از مواد اصلی در اغلب زیج‌ها، گاه‌شماری، جدول‌های مثلثاتی، جدول‌های مختصات اجرام سماوی، تعدیلات و سایر مقادیر نجومی، جدول‌های جغرافیایی شامل فهرست بلاد و مختصات جغرافیایی آنها و غیره، جدول‌های صور نجومی و جدول‌هایی برای استخراج احکام نجوم می‌باشد. بعضی زیج‌ها علاوه بر موارد مذکور، مشتمل بر اثبات قضایا و شرح رصدهایی می‌باشند که در محاسبات به کار رفته‌اند.

در قدیم هر یک از منجمان برجسته یا هر رصدخانه، یک زیج مخصوص به خود می‌نوشتند و زیج‌های پیشینیان را تصحیح می‌کردند. تعدادی از این زیج‌های قدیمی به نام شاهان و فرمان‌روایان نوشته شده است. در حال حاضر نسخه‌هایی از چنین زیج‌ها در کتاب‌خانه‌ها و موزه‌ها موجود می‌باشد.

شخص دیگری که در شناساندن نجوم هندی به مسلمانان سهم مهمی داشت، محمد فزاری بود؛ او اثری سانسکریت موسوم به سیده‌هانتا (السند هند) را به عربی ترجمه کرد. وی به تألیف کتابی بر پایه سند هند پرداخت و از آن زیجی استخراج و در آن سال‌های نجومی هندیان را به سال‌های قمری عربی تحویل کرد. او نخستین اسطرلاب را ساخت. مجسطی از مهم‌ترین کتاب‌هایی بود که از یونانی به عربی ترجمه شد و... .

پس از دوره ترجمه زمان ابتکار فرا رسید. خوارزمی (وفات ۲۳۲ ه‍.ق) بر پایه آثار ترجمه‌شده زیجی تهیه کرد و در آن میان شیوه‌های ایرانی، یونانی و هندی را جمع کرد. این زیج در شرق و غرب تأثیر زیادی داشت. زیج خوارزمی نخستین کتاب در دوره اسلامی است که اصطلاح «جیب»^۱ در آن به کار رفته است ولی بعضی از مورخان ریاضی احتمال می‌دهند که اصطلاح «ظل»^۲ توسط مسلمة بن احمد مجریطی (سده چهارم هجری) وارد تهذیب زیج خوارزمی شده باشد. زیج خوارزمی نه تنها شامل جدول‌های مثلثاتی و غیره است بلکه مقدمه‌ای طولانی درباره نجوم نظری نیز دارد. زیج خوارزمی اساس کار اخترشناسان دیگر شد.

یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان فلکی در جهان اسلام ابو عبد الله محمد بن جابر بن سنان حرانی معروف به بتانی است که در بتان نزدیک حران حدود سال ۲۴۰ ه‍.ق متولد شد و بیشتر عمر خود را در رقه بر روی نهر فرات گذراند، و در همان جا به کارهای رصدی خویش پرداخت (از سال ۲۶۴ تا ۳۰۶ ه‍.ق)، و در سال (۳۱۷ ه‍.ق) در گذشت. بتانی زیجی ساخت که در آن کواکب ثابته (نجوم ثوابت) سال (۲۹۹ ه‍.ق) را ثبت کرد. وی از این زیج نسخه دومی تهیه کرد که از نسخه اول بهتر و دقیق‌تر بود (زیج الصابی).

علم مثلثات توسط مسلمانان پی‌ریزی شد. در رأس این علم افرادی مانند ابوالوفا بوزجانی (وفات ۳۸۸ ه‍.ق) و بتانی قرار دارند. ابوالوفا نخستین کسی است که نسبت‌های شش‌گانه مثلثاتی را بیان کرد و نخستین بار نظریه سینوس را به مثلثات کروی^۳ تعمیم داد. بوزجانی یکی از معادلات مهم را برای تقویم مواقع ماه کشف کرد (معادله سرعت). بتانی بیشتر نسبت‌های مثلثاتی را که اکنون هم مورد استفاده است، ارائه کرد. وی همچنین رابطه‌ای بین زوایای مثلثات کروی ارائه نمود.

در زمان مأمون دو گروه به سرپرستی خوارزمی و بنو موسی بن شاکر (که سه برادر بودند) اندازه یک درجه از محیط زمین را به دست آوردند.

در نیمه دوم قرن سوم، نیریزی شرحی بر المجسطی نوشت و اثری درباره اسطرلاب تألیف کرد. ثابت بن قره، حرکت نوسانی اعتدالین را نپذیرفت اما فاصله اوج خورشید را از زمان بطليموس تا زمان خودش کشف کرد، وی همچنین کتابی درباره کسوف و خسوف نوشت. به دستور ابن‌سینا فهرستی از ستارگان تهیه گشت.

۱. سینوس.

۲. تانژانت.

۳. علمی است که به بررسی روابط بین زوایا و اضلاع یک مثلث در سطح کروی می‌پردازد.

ابوریحان بیرونی نخستین دایرةالمعارف نجوم اسلامی را تدوین کرد، و در آن از گردش سیارات و زمین به دور خورشید نوشت و...^۱

همچنین نجوم اسلامی به بخش‌هایی از اخترشناسی گفته شده که پیوندهایی با احکام شرعی و بیانات معصومان - علیهم السلام - و آیات قرآن دارند.

برخی از موضوعات اسلامی مرتبط با نجوم عبارتند از: آفرینش عالم، ساختار عالم، پایان عالم، برخی پدیده‌های مربوطه به نجوم کروی چون طلوع و غروب اجرام سماوی برخی موضوعات مرتبط با اختریفیزیک مثل ساختار ستارگان و اجرام سماوی، محدوده‌های زمانی نمازهای روزانه، نوافل، آغاز و پایان فضیلت نمازها، نیمه شب، پدیده‌های فجر کاذب و فجر صادق، ظهر شرعی و زوال، حمره مغربیه و مشرقیه، جهت قبله، ساعت قبله (زمانی سمت خورشید جهت قبله را نشان می‌دهد)، رؤیت هلال و تعیین زمان اول ماه، کسوف و خسوف و ارتباط آن‌ها با نماز آیات، لیالی مقمره، تعیین ایام البیض، مقارنه ماه با خورشید، زمان عید فطر، روز عرفه، عید قربان و... .

در این نوشتار به بیان چکیده چند موضوع در نجوم اسلامی پرداخته می‌شود.

۱. در بخش «نگاهی کوتاه به نجوم در دوره اسلامی» مطالبی بیشتر در موارد فوق الذکر بیان خواهد شد.

قبله و قبله یابی

«قبله» در لغت به معنای «جهت» است و «قبله نمازگزار» یعنی جهتی که نمازگزار بدان روی می‌کند و این روی کردن، به گونه‌ای است که عرفاً تصدیق شود که انسان روبه‌روی قبله ایستاده است. اما در اصطلاح، قبله جهتی است که مسلمانان برخی از اعمال واجب را باید به سوی آن انجام دهند. به عبارت دیگر، قبله کوتاه‌ترین خط فرضی است که از مکان نمازگزار (در هر سطحی از کره زمین) و کعبه یا مسجدالحرام می‌گذرد.

شناختن و مشخص کردن قبله شرط ضروری مواردی واجب مانند: نماز، طواف، ساختن مساجد، به خاک سپردن مردگان و ذبح چهارپایان است. بسیاری از کارها نیز مستحب است که رو به قبله باشد. مانند: خوابیدن، دعا کردن، غذا خوردن، نشستن و... . قبله یابی علمی است که از آن برای تعیین سوی قبله استفاده می‌شود.

نگاهی تاریخی

شیخ صدوق - قدس الله روحه - در باب قبله کتاب من لا یحضره الفقیه می‌فرماید:

رسول خدا (ص) بعد از نبوت سیزده سال در مکه و نوزده ماه در مدینه به سوی بیت‌المقدس نماز گزارد. یهود او را سرزنش کرده و گفتند: تو تابع قبله‌ی ما هستی. از این رو، آن حضرت خیلی غمگین شد. هنگامی که قسمتی از شب سپری شد، بیرون رفته و در آفاق آسمان چهره‌اش را می‌گرداند. وقتی که صبح شد، نماز صبح را به جا آورد. و زمانی که دو رکعت نماز ظهر را گزارده بود، جبرئیل به سوی او آمد و این آیه را [نازل] فرمود: ﴿قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ﴾؛ سپس دست پیامبر (ص) را گرفت و چهره حضرت را به سوی او گرفت و چهره حضرت را به سوی کعبه برگرداند.

۱. بقره، آیه ۱۴۴: نگاه‌های انتظارآمیز تو را به سوی آسمان [برای تعیین قبله نهایی] می‌بینیم. اکنون تو را به سوی قبله‌ای که از آن خشنود باشی، باز می‌گردانیم. پس روی خود را به سوی مسجد الحرام کن!

کسانی که پشت سر آن حضرت بودند، چهره‌های خود را برگرداندند، تا این‌که مردان در جای زنان و زنان در جای مردان قرار گرفتند. بنابراین، آغاز نماز [ظهر] آن حضرت به سوی بیت‌المقدس و پایان آن به سوی کعبه بود. هنگامی که نمازگزاران مسجدی در مدینه دو رکعت نماز عصر را به‌جا آورده بودند، این خبر به آنها رسید. آنها نیز به سوی قبله روی کردند. بنابراین، آغاز نماز [عصر] آنان به سوی بیت‌المقدس و پایان آن به سوی کعبه بود. و مسجد مزبور را مسجدالقبلتین نام گذاشتند. مسلمانان گفتند: ای رسول خدا! آیا نماز ما به سوی بیت‌المقدس ضایع می‌گردد؟ خداوند - عز و جل - این آیه را نازل فرمود: ﴿وَمَا كَانَ اللَّهُ لِيُضِيعَ إِيمَانَكُمْ...﴾^۱ یعنی نمازتان را به سوی بیت‌المقدس [ضایع نمی‌گرداند].

از صدر اسلام تاکنون روش‌ها و ابزار گوناگونی با دقت‌های مختلف برای قبله یابی ارائه و ساخته شده است. با پیشرفت علمی مانند جغرافیا، نجوم و مثلثات، روش‌هایی مانند استفاده از دایره هندیه مطرح شد که با استفاده از خورشید، شاخص و داشتن طول و عرض جغرافیایی، سوی قبله برای اکثر نواحی به صورت دقیق یا تقریبی تعیین می‌گردید.

استفاده از اسطرلاب برای قبله یابی مطرح گردید. از ابوریحان بیرونی اثری به نام **کتاب فی علم اسطرلاب** باقی مانده که بخشی از آن درباره یافتن سمت قبله با اسطرلاب (باب فی معرفة سمت القبلة) است. از قطب‌نماهای مغناطیسی برای جهت‌یابی و به تبع آن، قبله یابی استفاده گردید و سپس قبله‌نمای مغناطیسی اختراع شد. در سال ۱۳۳۱ هجری شمسی، تیمسار حسینعلی رزم‌آرا قبله‌نمایی مغناطیسی عرضه کرد که در آن میل مغناطیسی شهرها را لحاظ کرده بود. به دست آوردن سوی قبله در دو روز سال نیز، زمانی که خورشید در سمت‌الرأس کعبه قرار می‌گیرد، به عنوان روشی برای قبله یابی مطرح شد.

با پیشرفت مثلثات کروی معادلاتی ارائه شد که محاسبات قبله یابی را بهتر و دقیق‌تر کرد. با این حال، برای حل مسأله زمان زیادی لازم داشت، زیرا به جدول‌های نسبت‌های مثلثاتی نیاز بود، و آن هم به صورت ستینی (شصت‌گانی) ارائه گردیده بود نه اعشاری (ده‌گانی). با گذشت زمان دقت جدول‌های نسبت‌های مثلثاتی بیشتر و با تبدیل مقادیر ستینی به اعشاری، محاسبات باز هم آسان‌تر شد. اولین کسی که ارقام ستینی را به ارقام اعشاری تغییر داد، علامه شیخ تقی‌الدین محمد بن زین‌الدین (وفات: ۹۹۳ هجری قمری) است. جدول‌های لگاریتمی به میدان آمدند و انجام محاسبات را به گونه چشمگیری ساده‌تر و سریع‌تر کردند. تغییر ارقام اعشاری به جدول‌های لگاریتمی توسط دانشمندان اروپایی (در رأس آن‌ها جان نپر) انجام شد. آثار زیادی در زمینی قبله یابی تألیف شده است که در این جا به عنوان نمونه، به چند مورد منتشر شده در قرن اخیر اشاره می‌کنیم:

^۱. بقره، آیه ۱۴۳: و خدا هرگز ایمان (نماز) شما را ضایع نمی‌گرداند....

حوالی سال ۱۳۲۰ هجری شمسی، علامه سردار کابلی رساله‌ای به نام *تحفة الأجلة فی معرفة القبلة* منتشر کرد که شاید بهترین اثر در نوع خود تا آن زمان بود. در سال ۱۳۳۴ هجری شمسی تیمسار حسینعلی رزم‌آرا رساله‌ای به نام *قبلة‌نمای رزم‌آرا* منتشر کرد. در سال ۱۳۷۱ هجری قمری، سرتیپ مهندس عبدالرزاق بغیری نیز کتابی به نام *معرفة القبلة* که شامل طول و عرض جغرافیایی و انحراف قبله تعدادی از شهرهای جهان بود، منتشر کرد. از علامه آیه‌الله حسن‌زاده‌آملی نیز در این زمینه کتاب‌هایی مانند *دروس معرفة الوقت و القبلة و دروس هیئت* به چاپ رسیده است. آقای ماشاءالله علی‌احیایی کتابی به نام *کاربرد علوم در قبله یابی* نوشته که کتابی ارزنده است. آقای سید محمود گلابگیر نیک و مرحوم دکتر محمدتقی عدالتی کتاب *اطلس قبله‌نما* را نوشته‌اند که شامل طول و عرض جغرافیایی و انحراف قبله بسیاری از شهرهای جهان است.

در سده اخیر، با روی کار آمدن ماشین‌حساب‌هایی که چهار عمل اصلی را انجام دهند، انجام محاسبات سریع‌تر شد. با پیشرفت این ابزار و بی‌نیازی از جدول‌های نسبت‌های مثلثاتی و لگاریتمی، باز هم کار ساده‌تر و سریع‌تر شد. ماشین‌حساب‌ها قابل برنامه‌ریزی شدند و در این حال، با دادن معادله به ماشین حساب، باز هم سرعت و دقت محاسبات بالا رفت.

امروز با حضور رایانه‌ها، کارهای محاسباتی فوق‌العاده سریع و دقیق شده و در کسری از ثانیه می‌توان به انجام محاسبات پیچیده‌ای دست یافت. در کنار این دستگاه‌های محاسباتی، ابزاری مانند تئودولیت برای زاویه‌سنجی و دستگاه‌های موقعیت‌یاب - مانند GPS - برای یافتن مشخصات و مختصات دقیق و سریع یک مکان، کار قبله یابی فوق‌العاده آسان شده است.

جهت‌یابی و یافتن نقطه شمال

می‌دانیم که به یافتن جهت‌های جغرافیایی جهت‌یابی گفته می‌شود. جهت‌یابی در موارد زیادی، از جمله برای کوهنوردان، نظامیان و... کاربرد دارد. یکی از استفاده‌های جهت‌یابی، یافتن سوی قبله است. به این صورت که با دانستن سوی شمال یا خط شمال - جنوب یک مکان، سوی قبله نسبت به آن سنجیده می‌شود. البته دو گونه شمال و جنوب تعریف می‌شود: جغرافیایی (حقیقی) و مغناطیسی.

شمال و جنوب جغرافیایی (حقیقی)

شمال و جنوب جغرافیایی دو مکانی هستند که دایره‌های نصف‌النهار زمین با یکدیگر تلاقی می‌کنند.

شمال و جنوب مغناطیسی

زمین همانند یک آهنربای بزرگ دارای دو قطب مغناطیسی است. قطب جنوب مغناطیسی جایی است که خطوط میدان مغناطیسی به صورت واگرا از زمین خارج می‌شوند و نقطه دیگری که این خطوط از آنجا وارد زمین می‌گردند، شمال مغناطیسی است.

جایگاه قطب‌های مغناطیسی زمین با گذشت زمان تغییر می‌کنند. قطب شمال مغناطیسی در سال ۲۰۰۱ در موقعیت $۸۱/۳$ درجه شمالی و $۱۱۰/۸$ درجه غربی قرار داشت. در سال ۲۰۰۵ هم در موقعیت $۸۲/۷$ درجه شمالی و $۱۱۴/۴$ درجه غربی بوده است.

عقربه قطب‌نما - به عنوان یک وسیله مغناطیسی - قطب‌های مغناطیسی را یافته و در راستای آن‌ها قرار می‌گیرد. به جز برخی مناطق کره زمین راستای شمال و جنوب مغناطیسی با راستای شمال و جنوب جغرافیایی آن زاویه‌ای می‌سازد.

میل مغناطیسی

زاویه بین شمال حقیقی و شمال مغناطیسی، «میل مغناطیسی» نامیده می‌شود. به میل مغناطیسی، شیب مغناطیسی، تنزل مغناطیسی و تغییر مغناطیسی هم گفته می‌شود.

میل مغناطیسی با موقعیت، زمان (روزانه و سالانه)، ناهنجاری‌های مغناطیسی محلی، ارتفاع (جزئی و قابل صرف نظر) و فعالیت‌های مغناطیسی خورشید تغییر می‌کند. میل مغناطیسی در طول خطوطی - که اصطلاحاً خطوط هم‌ارز نامیده می‌شوند - ثابت است. خط فرضی با میل مغناطیسی صفر درجه، از غرب خلیج هودسن، دریاچه سوپریور، دریاچه میشیگان و فلوریدا عبور می‌کند.

اگر عقربه قطب‌نما شرق یا غرب شمال واقعی را به عنوان شمال مشخص نماید، این اختلاف به ترتیب میل مغناطیسی شرقی یا غربی نامیده می‌شود. شمال مغناطیسی هم در نیم‌کره شمالی و هم در نیم‌کره جنوبی به عنوان مرجع میل مغناطیسی است.

در ایران میل مغناطیسی به سمت شرق و مقدار زاویه آن در مکان‌های مختلف متفاوت است. برای نمونه در ۱۲ خرداد سال ۱۳۸۶ میل مغناطیسی تهران برابر ۴ درجه و ۴ دقیقه به سمت شرق بوده است؛ که هر سال نزدیک چهار دقیقه به سمت شرق تغییر می‌کند.

انحراف مغناطیسی

انحراف مغناطیسی خطای ناشی از تأثیرات جاذبه‌های مغناطیسی موضعی و منطقه‌ای (مانند فلز و الکتریسیته) است، که باید در کنار میل مغناطیسی در نظر گرفته شود. هر گاه قطب‌نما در نزدیکی اشیای آهنی یا فولادی و یا منابع الکتریکی قرار گرفته باشد، عقربه‌اش از جهت قطب مقداری منحرف می‌شود. به‌طور کلی همراه داشتن اشیایی از جنس آهن می‌تواند باعث اختلال در حرکت عقربه شود؛ حتی وجود یک گیره کاغذ روی نقشه ممکن است مسئله‌ساز شود. بنابراین، هنگام استفاده از قطب‌نما باید مطمئن شویم که از اشیای انحراف‌دهنده آن، به‌طور کلی دور است. همچنین احتمال تأثیرگذاری جاذبه‌های مغناطیسی موجود در خاک نیز وجود دارد، که بسیار نادر است؛ ولی در مکان‌هایی که مثلاً معدن آهن وجود دارد، باید در نظر گرفته شود.

تعیین خط شمال - جنوب جغرافیایی

برای یافتن سوی قبله، نخستین گام، پیدا کردن شمال جغرافیایی یا خط شمال - جنوب جغرافیایی است. بنا بر این در اولین مرحله، باید یک جهت‌یابی مناسب انجام دهیم. امروزه با وسایلی مانند GPS می‌توان به راحتی و با دقت بسیار زیاد جهت جغرافیایی را مشخص کرد، اما در نبود ابزار، دانستن روش‌های دیگر جهت‌یابی مفید است. به این روش‌ها می‌توان خط شمال - جنوب را مشخص کرد:

الف) سایه شاخص:

شاخص، چوب یا میله‌ای صاف و راست است که به صورت عمود بر سطح زمین هموار و افقی، موازی با نخ شاقول نصب می‌شود. اگر هنگام ظهر شرعی، خطی را موازی با سایه شاخص رسم کنیم؛ این خط، خط شمال - جنوب جغرافیایی آن مکان است.

ب) قطب‌نما:

عقربه قطب‌نما، همیشه راستای شمال - جنوب مغناطیسی را نشان می‌دهد. بنابراین خطی که در امتداد آهن‌ربای قطب‌نما رسم شود، خط شمال - جنوب مغناطیسی است و برای یافتن راستای شمال - جنوب جغرافیایی باید مقدار میل مغناطیسی را لحاظ کرد و مسئله انحراف مغناطیسی را مد نظر داشت.

(ج) دایره هندی:

دایره‌ای بر سطح زمین هموار و افقی رسم می‌کنیم، به طوری که در صبح و عصر در معرض تابش نور خورشید قرار گیرد. در مرکز این دایره شاخصی عمودی قرار می‌دهیم. قبل از ظهر، به سایه شاخص که به طرف غرب است، نگاه می‌کنیم. زمانی که سایه کوتاه‌تر شد و به محیط دایره رسید، نقطه تلاقی سایه و دایره را علامت می‌گذاریم. پس از آن سایه کوتاه می‌شود و در داخل دایره قرار می‌گیرد. پس از ظهر، سایه دوباره بلند شده و به محیط دایره می‌رسد. در این زمان دو مرتبه نقطه تلاقی سایه و دایره را علامت می‌گذاریم. قوسی را که بین دو علامت واقع شده، نصف کرده و از آن و مرکز دایره، یک خط می‌کشیم. این خط، خط شمال - جنوب است.

(د) ستاره قطبی:

می‌توان دو نقطه از زمین یا ساختمان‌ها را پیدا کرد که با ستاره قطبی (جُدی) در بالاترین ارتفاع و پایین‌ترین ارتفاع آن در شب، منطبق باشد. این انطباق را با نگاه کردن دقیق یا با ابزار، می‌توان مشخص نمود. اگر بین این دو نقطه، خطی مستقیم رسم شود، این خط، خط شمال - جنوب جغرافیایی است. هر چه فاصله بین این دو نقطه بیشتر باشد، تعیین خط شمال - جنوب، دقیق‌تر می‌شود.

این روش دقیق می‌باشد اما بدیهی است که برای مناطق با عرض جغرافیایی شمالی کاربرد دارد؛ زیرا در مناطق پایین‌تر از استوا ستاره قطبی قابل رؤیت نیست. در این مناطق می‌توان از ستاره دیگری که به قطب جنوب نزدیک باشد، استفاده کرد.

یک راه فهمیدن بیشترین و کم‌ترین ارتفاع ستاره قطبی هم این است که دو ستاره نورانی از دب اصغر در نزدیکی این ستاره قرار دارند که به آن‌ها «فَرَقْدَین» گفته می‌شود. زمانی که این دو ستاره حرکت کنند و بالای ستاره قطبی قرار گیرند، ستاره قطبی در پایین‌ترین ارتفاع و هنگامی که پایین آن باشند، ستاره قطبی در بالاترین ارتفاع قرار دارد.

البته این نکته قابل توجه است که در این روش به جای ستاره قطبی از هر ستاره دیگر حول قطبی نیز می‌توان استفاده کرد؛ به شرطی که طول شب به اندازه‌ای بلند باشد که بتوان حد اکثر و حد اقل آن را ملاحظه کرد. حسن ستاره قطبی فقط این است که به دلیل نزدیکی آن به قطب، با دقتی مناسب سوی شمال را نشان می‌دهد.

ه) اندازه‌گیری سایه شاخص:

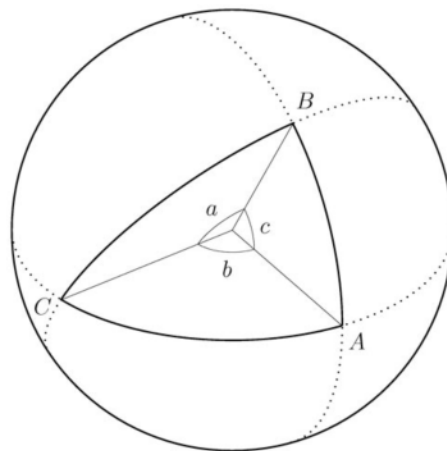
این روش به این صورت است که شاخصی را به صورت عمود در زمین قرار دهیم. هنگام صبح، سایه شاخص طولانی است و تا ظهر به تدریج کوتاه می‌شود. اما بعد از ظهر، دوباره بلند می‌گردد. اگر زمانی که سایه در کوتاه‌ترین حالت است، خطی به موازات آن رسم شود، خط جنوب - شمال به دست می‌آید.

قبله یابی با مثلثات کروی

در هر مثلث کروی^۱ اگر سه عنصر (از مجموع شش ضلع و زاویه) معلوم باشد می‌توانیم بقیه عناصر را محاسبه کنیم. در این جا به ذکر قانون کتانژانت‌ها (چهار جزء مجاور) که از آن می‌توانیم در قبله یابی استفاده نماییم، بسنده می‌کنیم. این قانون چنین بیان می‌شود:

در یک مثلث کروی با چهار جزء مجاور، کتانژانت زاویه مقابل ضرب در سینوس زاویه میانی برابر است با حاصل ضرب کتانژانت ضلع مقابل در سینوس ضلع میانی منهای حاصل ضرب کسینوس‌های اجزای میانی.

یعنی مطابق شکل:



۱. مثلث کروی مثلثی روی سطح کروی است که هر یک از اضلاع آن کمانی از دایره عظیمه می‌باشند.

مثلث کروی دارای خواصی متفاوت با مثلث مسطح است. از جمله:

- مجموع سه زاویه یک مثلث کروی از 180° درجه بیشتر و از 270° درجه کمتر است.
- اگر مجموع دو ضلع یک مثلث کروی برابر 180° درجه باشد، مجموع زوایای روبه‌روی آن‌ها نیز برابر 180° درجه خواهد بود.

کاربرد عملی مثلثات کروی در نجوم کروی و قبله یابی و... می‌باشد.

$$\cot A \times \sin C = \cot a \times \sin b - \cos b \times \cos C$$

اگر اختلاف طول جغرافیایی مکان مورد نظر و طول جغرافیایی کعبه P ، فاصله کعبه تا نقطه P و α فاصله مکان مورد نظر تا نقطه P باشد، طبق قانون کتانژانت‌ها خواهیم داشت:

$$\tan A = \frac{\sin P}{\frac{\sin \alpha}{\tan \beta} - \cos \alpha \times \cos P}$$

البته باید به علامت‌های صورت و مخرج طرف دوم رابطه بالا توجه و با رفع ابهام، مقدار صحیح را برای A لحاظ کرد.

قبله یابی در دو روز مشخص سال

یکی از روش‌های دقیق قبله یابی استفاده از سایه شاخص به هنگام ظهر شرعی مکه معظمه در دو روز خاص از سال (۷ خرداد و ۲۴ تیر) است. بر این اساس، می‌توان با استفاده از یک شاخص و تعیین سایه شاخص در این دو روز، جهت دقیق قبله بسیاری از نقاط زمین را به سادگی پیدا کرد. در روزهای ۷ خرداد و ۲۴ تیر هر سال، میل خورشید (فاصله مرکز خورشید تا استوای سماوی) با عرض جغرافیایی مکه برابر می‌شود و به عبارت دیگر در هنگام ظهر شرعی مکه، خورشید درست در سمت‌الرأس مکه قرار می‌گیرد و در نتیجه، شاخص در مکه سایه نخواهد داشت و لذا در هر مکانی از کره زمین که در آن لحظه روز است، خلاف سایه سمت صحیح قبله را نشان می‌دهد.

قبله یابی با استفاده از اجرام سماوی

بسته به روش‌های ارائه شده در نجوم برای به دست آوردن موقعیت اجرام سماوی روی کره سماوی (مثلاً در دستگاه مختصات دایرة البروجی)، با دقت‌های مختلف می‌توان این کار را انجام داد و سپس با تبدیل مختصات حاصل به مختصات افقی (سمت و ارتفاعی) و تصحیحات لازم، در دستگاه زمین‌مرکزی یا مکان‌مرکزی موقعیت آن را مشخص کرد. در دستگاه مختصات افقی می‌توان زمان پدیده‌هایی مانند طلوع، غروب و... را در یک مکان به دست آورد.

در این حال، می‌توان برای پیدا کردن سوی قبله از موقعیت خورشید، ماه و ... در دستگاه مختصات افقی استفاده کرد. به این صورت که سمت یکی از اجرام را در یک مکان برای زمان مورد نظر یافته و با سمت به

دست آمده قبله از طریق مثلثات کروی مقایسه و به اندازه اختلاف سوی قبله از سمت جرم سماوی، ساعت گرد یا پادساعت گرد (بسته به مکان و زمان)، نسبت به سمت جرم سماوی چرخید و به سوی قبله قرار گرفت. حالت خاصی از این روش این است که لحظه‌ای که جرم مورد نظر نسبت به ناظر، هم‌سمت قبله می‌شود، اگر ناظر به سوی آن جرم رو کند، در جهت قبله قرار گرفته است.

اوقات شرعی

اوقات شرعی به زمان‌های مشخص و دقیقی از شبانه‌روز گفته می‌شود که شخص متدین در آن زمان‌ها اعمال دینی زمان‌دار خود را انجام می‌دهد. محاسبه دقیق زمان‌های شرعی از دیرباز نزد منجمان مطرح بوده است. به طور کلی، اوقات شرعی وابسته به حرکت ظاهری روزانه خورشید در آسمان است. بر اثر حرکت وضعی زمین از مغرب به مشرق، هر روز مشاهده می‌کنیم که خورشید از مشرق طلوع کرده، در ظهر به تقریباً به حداکثر ارتفاع خود رسیده، از نصف‌النهار ناظر عبور می‌کند و بالاخره به تدریج با کاهش ارتفاع، در افق غربی غروب می‌کند. این سه پدیده به ترتیب، طلوع، عبور و غروب نامیده می‌شوند.

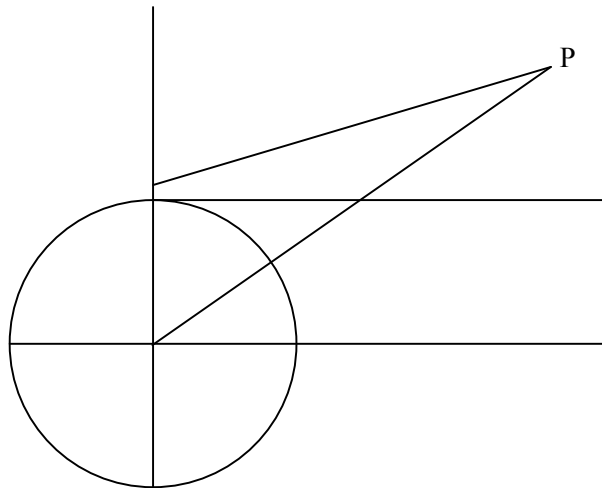
تصحیحات نجومی برای اوقات شرعی

مشاهدات نجومی که با چشم مسلح یا چشم غیرمسلح انجام می‌شود، باید پس از تصحیحاتی مورد استناد قرار گیرد. این تصحیحات به خصوص در مورد مشاهدات مربوط به ماه و خورشید، جدی‌ترند؛ خصوصاً برای خورشید که در محاسبه اوقات شرعی روزانه به آن احتیاج است. مهم‌ترین موارد تصحیح، تصحیحات چهارگانه زیر است:

۱. تصحیح اختلاف منظر

در دستگاه‌های مختصات سماوی، مرکز کره زمین به عنوان مبدأ مختصات استاندارد در نظر گرفته می‌شود، ولی مشاهدات نجومی عملاً بر سطح کره زمین انجام می‌گردد. با در نظر گرفتن اختلاف زاویه دید از مرکز زمین و سطح زمین، خطایی در مشاهده پیش می‌آید. این خطا با تصحیح اختلاف منظر مرتفع می‌گردد. به خاطر فاصله زیاد ستارگان، مقدار این تصحیح در مورد آن‌ها، بسیار ناچیز و قابل اغماض است. در مورد خورشید زاویه خطای دید به طور متوسط $۸/۸$ ثانیه قوسی است. اما در مورد ماه این مقدار در حدود یک

درجه است. به خاطر بیضی بودن مدار ماه به دور زمین و تغییر فاصله ماه تا زمین، مقدار دقیق این تصحیح برای ماه کم و زیاد می‌شود. در شکل زیر زاویه P نشان‌دهنده مقدار اختلاف منظر است. با دقت در شکل، رابطه اختلاف منظر با فاصله جرم سماوی از زمین مشخص می‌شود.



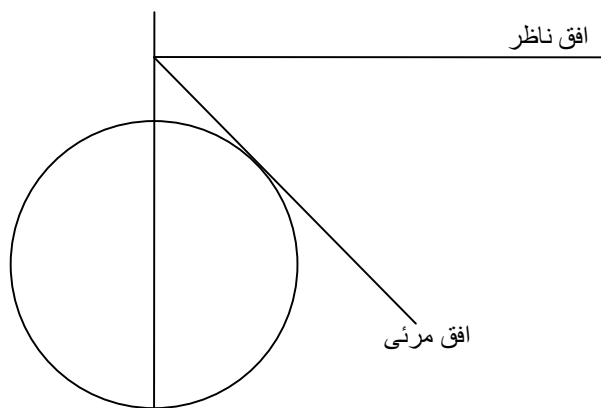
۲. تصحیح شکست نور

می‌دانیم وقتی که نور از یک محیط به محیط دیگری با چگالی متفاوت وارد می‌شود، با پدیده شکست نور مواجه می‌شویم. از نظر علمی می‌گویند: «نور وقتی از یک محیط با چگالی کمتر به محیطی با چگالی بیشتر وارد شود، به سمت محور تابش شکسته می‌شود». این پدیده در مورد نور اجرام سماوی که از خلأ وارد جو زمین می‌شوند، اتفاق می‌افتد.

مقدار تصحیح شکست نور در مورد جرمی که کاملاً در سمت الرأس قرار گرفته، صفر است؛ زیرا نوری که با زاویه قائمه بتابد، شکستی نخواهد داشت. هرچه به افق نزدیک‌تر شویم، میزان شکست نور بیشتر می‌شود. برای یک جرم سماوی که در افق قرار گرفته است، مقدار این تصحیح حدود ۳۵ دقیقه قوسی است. بنابراین، مثلاً خورشید حدود سه دقیقه قبل از طلوع واقعی و همچنین حدود سه دقیقه بعد از غروب واقعی، در افق قابل مشاهده است.

۳. تصحیح شیب افق

اگر به هنگام مشاهده، نسبت به افق، ارتفاع داشته باشیم، مثلاً از روی قله کوهی پدیده طلوع یا غروب خورشید را مشاهده نماییم، از آنجا که دامنه دید ما بیشتر می شود، افق مرئی ما گسترش یافته و زمان بیشتری می توانیم خورشید را مشاهده نماییم.



وقتی به هنگام غروب آفتاب، بر فراز آسمان، هواپیمایی عبور می کند، دیده می شود که پس از غروب قرص آفتاب در افق ناظر، هنوز آفتاب به آن هواپیما می تابد. اگر فرض کنیم که هواپیما در ارتفاع ۱۰ کیلومتری زمین در پرواز باشد، از رابطه زیر می توانیم مقدار شیب افق را برای آن محاسبه کرد:

$$\tan \beta = \frac{h(\sqrt{R+h})}{R}$$

با احتساب R (شعاع زمین) برابر ۶۳۷۵ کیلومتر، و h (ارتفاع هواپیما) برابر ۱۰ کیلومتر، مقدار β (زاویه شیب افق) تقریباً برابر ۳/۲ درجه محاسبه می شود. بنابراین خورشید پس از حدود ۱۶ دقیقه (این مقدار در فصول و مناطق مختلف متفاوت است) هنوز برای سرنشینان هواپیما قابل رؤیت است. از این رو، ممکن است سرنشین هواپیما در آسمان، طلوع خورشید را مشاهده کند ولی وقتی به روی زمین می نشیند، هنوز خورشید طلوع نکرده باشد.

۴. تصحیح نیم قطر

این تصحیح در مورد ماه و خورشید که دارای قطر قابل ملاحظه ای نسبت به ستارگان هستند، انجام می شود. اگر طلوع آفتاب را هنگامی بدانیم که ارتفاع خورشید به صفر درجه برسد، باید این تصحیح را اعمال

کنیم. به عبارت دیگر طلوع خورشید به ظهور اولین نقطه جرم خورشید در افق اطلاق می‌شود ولی ما زمانی را محاسبه می‌کنیم که ارتفاع خورشید صفر درجه باشد، یعنی مرکز خورشید در افق قرار گیرد. برای تصحیح این خطا باید یک نیم‌قطر خورشید که تقریباً برابر ۱۵ دقیقه قوسی است، به طول روز بیفزاییم. در واقع با احتساب مقدار مشابه در مورد غروب خورشید، به واسطه تصحیح نیم‌قطر، طول روز حدود ۳۰ دقیقه قوسی که معادل قطر زاویه‌ای خورشید است، بیشتر می‌شود.

شبیه این حالت در مورد ظهر شرعی پیش می‌آید. آنچه به عنوان ملاک محاسبه ظهر شرعی در نظر گرفته می‌شود، گذر مرکز خورشید از نصف‌النهار ناظر است. اگر معتقد شویم که زوال خورشید، وقتی صدق می‌کند که تمام قرص خورشید از نصف‌النهار بگذرد، نه اینکه فقط مرکز آن از نصف‌النهار عبور نماید، باید به اندازه یک نیم‌قطر خورشید (تقریباً یک تا دو دقیقه) صبر کنیم، تا همه خورشید از نصف‌النهار عبور کند.

مشکلات اوقات شرعی در نواحی قطبی

اگر یک جرم سماوی در شمال کره سماوی در نزدیکی قطب شمال سماوی قرار گرفته باشد، برای ناظر شمالی همواره قابل رؤیت است. به عبارت دیگر این جرم سماوی دارای طلوع غروب نیست. به طور کلی اگر زاویه میل یک جرم سماوی بزرگ‌تر از متمم عرض جغرافیایی ناظر باشد، این جرم در افق ناظر هرگز غروب نمی‌کند، بلکه یک مدار دایره‌ای شکل را به گرد قطب سماوی می‌پیماید. خورشید در مناطق بالاتر از عرض جغرافیایی ۶۶/۵ درجه شمالی، در تابستان چنین حالتی پیدا می‌کند. این حالت برای عرض جغرافیایی ۶۶/۵ درجه فقط در حوالی روز اول تیر اتفاق می‌افتد؛ زیرا فقط در این روز است که میل خورشید به حداکثر یعنی ۲۳/۵ درجه می‌رسد و با تصحیح شکست نور و نیم‌قطر خورشید، میل خورشید از متمم عرض جغرافیایی منطقه بیشتر می‌شود، ولی مثلاً برای عرض‌های ۷۰، ۷۸ و ۹۰ درجه به ترتیب ۷۳، ۱۲۸ و ۱۹۲ روز در سال اتفاق می‌افتد. یعنی هرچه از مدار ۶۶/۵ درجه بالاتر برویم، روزهای ۲۴ ساعته بیشتری داریم. قدری پایین‌تر از این مدار، طول شب از کوتاه‌ترین زمان، شروع و به تدریج بیشتر می‌شود. در زمستان، تقریباً همین حالت به صورت شب‌های ۲۴ ساعته اتفاق می‌افتد.

یکی از مشکلات فقهی در نواحی مذکور وقت نماز در این مناطق است که تاکنون جواب قانع‌کننده‌ای برای حل این آن داده نشده است. جوابی که بیشتر داده می‌شود، عمل به اوقات نزدیک‌ترین آفاق است که ضعف این جواب با توجه به مطالبی که بیان گردید، مشخص می‌شود، زیرا مثلاً در تابستان، نزدیک‌ترین منطقه که دارای شب متعارف باشد، دارای شب کمتر از یک دقیقه است و معلوم نیست چقدر باید پیش برویم که به شبی در حد متعارف برسیم!

استهلال

مشخصات مدار ماه

ماه همزمان که به دور خورشید در حرکت است، به دور زمین نیز می‌گردد. بنابراین تحت اثر دو جاذبه قوی قرار دارد. از طرف دیگر سیارات نزدیک به زمین هم اثراتی روی مدار ماه ایجاد می‌کنند. از آنجا که اثر این عوامل بر ماه، بستگی به شرایط قرار گرفتن این اجرام سماوی نسبت به یکدیگر دارد، اختلالاتی در مدار ماه پدید می‌آید. مثلاً اثر جاذبه خورشید، هنگامی که زمین و به تبع آن ماه در مدار خود در حضيض (دورترین فاصله از خورشید) قرار گرفته است، بر ماه بیشتر از وقتی است که زمین در اوج (دورترین فاصله با خورشید) قرار گرفته است. از سوی دیگر وقتی زمین و خورشید در یک سمت ماه قرار می‌گیرند، تأثیرات آن‌ها متفاوت با وقتی است که در دو طرف ماه قرار گرفته باشند. به هر حال، مدار ماه دارای پیچیدگی‌های زیادی است، ولی با احتساب عوامل مؤثر در حرکت مداری آن می‌توان در هر لحظه با دقت زیاد موضع ماه را محاسبه کرد.

برای اینکه ماه پس از طی یک دور به گرد زمین وضعیت سابق خود نسبت به خورشید را پیدا کند، به طور متوسط باید ۲۹/۵۳۰۵۹ روز عرفی (۲۹ روز و ۱۲ ساعت و ۴۴ دقیقه و ۲/۷۸ ثانیه) بگذرد. این مدت را یک ماه هلالی می‌گویند. البته اندازه یک ماه قمری نسبت به طول متوسط آن ممکن است تحت اختلالات مداری تا ۱۳ ساعت تغییر کند، ولی با به حساب آوردن عوامل مختلف برای هر ماه، زمان نسبتاً دقیق ماه هلالی قابل محاسبه است.

تقویم قمری

قدیمی‌ترین نوع تقویم، تقویم قمری است. در شریعت اسلام برای انجام احکام شرعی به استفاده از این نوع تقویم امر شده است. از آنجا که با نگاه به شکل ظاهری ماه، به سادگی می‌توان تاریخ روز را به دست آورد، در گذشته این تقویم بسیار متداول بوده است. شروع ماه قمری با اولین غروبی بوده که هلال ماه در آن

رؤیت می‌گردد و هر ماه تا ۲۹ یا ۳۰ روز ادامه پیدا می‌کند. از آن‌جا که طول متوسط ماه هلالی ۲۹٫۵۳۰۶ روز است، تعداد ماه‌های ۳۰ روزه بیشتر از ماه‌های ۲۹ روزه است. پیشگویی ۲۹ یا ۳۰ روزه بودن ماه به راحتی ممکن نیست؛ زیرا رؤیت شدن یا نشدن هلال بستگی به عوامل زیادی دارد که محاسبه آن‌ها با مشکلات خاص خود همراه است. از این رو، بهترین الگویی که برای به نظم کشاندن تقویم قمری پیشنهاد گردیده، انتخاب یک دوره سی ساله با ماه‌های یکی در میان ۲۹ و ۳۰ روزه است. در این دوره، ۱۱ سال کبیسه موجود خواهد بود. سال کبیسه سالی است که ذوالحجه آن برخلاف اصل، یکی در میان بودن ماه‌های ۲۹ و ۳۰ روزه، مانند ذوالقعدة، ۳۰ روزه باشد. بنابراین طول سال‌های عادی ۳۵۴ روز و طول سال‌های کبیسه ۳۵۵ روز خواهد بود. در این تقویم ۲۹ یا ۳۰ روزه بودن هیچ ماهی به دقت تعیین نمی‌شود و فقط می‌توانیم در مجموع تقویم نسبتاً صحیحی داشته باشیم.

از آن‌جا که طول ماه متوسط هلالی به میزان ۰٫۳۰۶ روز بیش از ۲۹٫۵ روز است، بنابراین با نظام یکی در میان ۲۹ و ۳۰ روزه در هر سال کسری از روز زیاد می‌آید و مجموع این کسر روزها در سی سال تقریباً معادل ۱۱ روز می‌شود.

کسر اضافه از روز برای هر سال:

$$۱۲ \times ۰٫۳۰۶ = ۰٫۳۶۷۲$$

روز اضافه در هر دوره سی ساله:

$$۳۰ \times ۰٫۳۶۷۲ = ۱۱٫۰۱۶$$

بنابراین در هر ۲۰۰۰ سال تقریباً یک روز خطا در این سیستم تطبیقی به وجود می‌آید، که قابل اغماض است:

$$\frac{۲۰۰۰}{۳۶۵} \times ۰٫۰۱۶ = ۱٫۰۵۶ \text{ روز}$$

اصول تقویم قمری که بیان شد، در اصطلاح برای استخراج تقویم قمری قراردادی است، اما در شریعت اسلام از تقویم قمری حقیقی (شرعی) استفاده می‌شود که بر پایه رؤیت هلال ماه است. در این تقویم ممکن است چند ماه ۲۹ روزه یا ۳۰ روزه پشت سر هم قرار گیرند.

چند اصطلاح

مقارنه و مقابله

هنگامی که طول دایرة البروجی ماه و خورشید برابر شوند، اصطلاحاً می‌گویند که ماه در مقارنه با خورشید قرار گرفته است. به این حالت، محاق نیز گفته می‌شود. در حالت مقارنه ماه، در زمین اصلاً قابل رؤیت نیست.

فازهای ماه

با قرار گرفتن ماه و زمین و خورشید در زاویه‌های مختلف نسبت به یکدیگر، در هر زمان، قسمت متفاوتی از بخش روشن ماه، رو به زمین است. در وضعیت مقارنه تقریباً چیزی از بخش روشن ماه رو به زمین نیست. معمولاً پس از یک روز، با فاصله گرفتن ماه از مقارنه و طی کردن بخشی از مدار، هلال باریکی از ماه، در زمین قابل رؤیت است. با رؤیت این هلال، ماه قمری هلالی شروع می‌شود. پس از تقریباً یک هفته، وقتی اختلاف طول ماه و خورشید به ۹۰ درجه می‌رسد، نیمی از بخش روشن ماه در زمین قابل رؤیت است، به این حالت تربیع اول می‌گویند. پس از آن وقتی طول دایرة البروجی ماه و خورشید، به اختلاف ۱۸۰ درجه با هم می‌رسد، قرص کامل ماه از زمین دیده می‌شود که در اصطلاح به آن بدر می‌گویند. در ادامه مسیر، ماه به تدریج کوچک‌تر شده، تا مجدداً در طرف مقابل، به زاویه ۹۰ درجه می‌رسد. این حالت را تربیع دوم می‌نامند. پس از آن، به تدریج بخش روشن ماه کم می‌شود تا مجدداً به صورت هلال باریکی در می‌آید که در یکی از سحرگاه‌های آخر ماه، قبل از طلوع خورشید، در مشرق قابل رؤیت است. پس از آخرین رؤیت بین دو تا چهار روز طول می‌کشد که هلال ماه دوباره در مغرب رؤیت شود.

بخش روشن ماه

گفته شد که بخش روشن ماه بتبع حرکت ماه، در حال تغییر است. مقدار دقیق این بخش روشن، با استفاده از فرمول‌های دقیق نجومی و محاسبه موقعیت ماه و خورشید، قابل محاسبه است.

قطر زاویه‌ای ماه

به دلیل بیضوی بودن مدار ماه به گرد زمین، فاصله ماه از زمین مدام در حال تغییر است. هنگامی که ماه در حضیض مدارش قرار گرفته است، قطر دایره فرضی ماه، به حداکثر می‌رسد. برعکس، هرچه ماه به نقطه اوج در مدارش نزدیک می‌شود، قطر آن کمتر می‌شود. قطر ماه در حالت حضیض ۰٫۵۶ درجه است ولی در حالت اوج به ۰٫۴۹ درجه کاهش می‌یابد. این پدیده، تأثیر زیادی در رؤیت هلال دارد.

سن ماه

با خروج ماه از مقارنه، برای آن سنی در نظر در نظر گرفته می‌شود. مثلاً می‌گویند هلال در شب اول ماه، در سن ۳۰ ساعتی رؤیت شد یعنی ۳۰ ساعت پس از مقارنه، هلال ماه دیده شده است. به عبارت دیگر، سن هلال مدت زمانی است که از مقارنه گذشته است.

پیشگویی هلال

امروز محاسبه مختصات دقیق ماه، پی بردن به لحظه دقیق مقارنه، محاسبه مقدار دقیق بخش روشن ماه و دیگر مشخصات آن، با دقتی بالا (در حد ثانیه یا دقیقه)، با رایانه‌ها به سادگی انجام می‌شود. همچنین این مقادیر با دقتی خیلی زیاد، هر ساله در تقویم‌های نجومی (آلمانک‌ها) در اختیار قرار می‌گیرد. از نتایج این محاسبات دقیق، امکان پیشگویی هلال است. در طول تاریخ، پیشینیان، با استفاده از ابزارهای ابتدایی که در دست داشتند، اقدام به پیشگویی هلال می‌کردند. شاید قدیمی‌ترین اقوامی که به این کار مبادرت کردند، بابلیان بودند. آنچه به عنوان «اصحاب عدد» در احادیث و فقه ما نیز به چشم می‌خورد، نوعی پیشگویی هلال بوده است. ولی در دنیای قدیم، با توجه به عدم امکان اندازه‌گیری دقیق، و نا آشنایی با مشخصات دقیق مدار ماه، پیشگویی‌های انجام شده، از دقت قابل قبولی برخوردار نبوده است. از همین رو اقوال منجمان در روایات و فقه ما مورد توجه واقع نشده است. اما امروز با توجه به گسترش زمینه‌های مختلف دانش، امکان پیشگویی در حد بسیار قابل اطمینانی برای ما فراهم شده است.

مهم‌ترین عوامل نجومی مؤثر در رؤیت هلال

بسیار اتفاق می‌افتد که افراد غیرمتخصص، سعی می‌کنند با استناد به سن هلال ماه، امکان رؤیت، یا عدم امکان آن را پیشگویی کنند. در نگاه اول هم واضح است که هر چه سن هلال بیشتر باشد، رؤیت آن آسان‌تر است. با افزایش سن هلال، ماه فرصت بیشتری دارد تا از خورشید فاصله بگیرد و بخش درخشان آن بیشتر می‌شود. اما تمام مسئله این نبوده و سن هلال مشخصه تعیین‌کننده‌ای برای امکان رؤیت آن نیست.

رؤیت پذیری هلال به موقعیت ناظر و عوامل جوّی و نجومی زیادی بستگی دارد، اما به طور کلی می‌توان گفت: برای اینکه بتوانیم هلال را رؤیت کنیم، باید بتوانیم نور هلال را از روشنی آسمان در افق تمییز دهیم. نور هلال بستگی به دو مشخصه بخش روشن، و اندازه قطر زاویه‌ای مرئی آن دارد. مقدار روشن هلال به زاویه بین ماه و خورشید از دید ناظر وابسته است. اندازه قطر ماه هم به فاصله ماه تا زمین مربوط می‌شود. از آن‌جا که مدار ماه به دور زمین بیضی است، بنابراین طبق قانون دوم کپلر، سرعت گردش ماه به دور زمین ثابت نیست. اگر مقارنه زمانی اتفاق بیافتد که ماه در نزدیکی حضیض مدارش باشد، با سرعت بیشتری از خورشید فاصله می‌گیرد و جدایی آن سریع‌تر افزایش می‌یابد. چنین هلالی در مقایسه با هلال ماه هم سن که در اوج است، به مراتب راحت‌تر رؤیت می‌شود. روشنی محل قرار گرفتن هلال در افق، بستگی به اختلاف ارتفاع ماه و خورشید دارد. هرچه این اختلاف بیشتر شود، هلال در موقعیت تاریک‌تری قرار می‌گیرد و نور آن قابل تمایزتر است. بنابراین به طور کلی رؤیت‌پذیری هلال، به سه عامل مهم نجومی وابسته است: بخش روشن، اندازه قطر زاویه‌ای و ارتفاع هلال هنگام غروب آفتاب.

منطق پیشگویی هلال

برای پیشگویی رؤیت‌پذیری هلالی معین، سه حالت پیش می‌آید، به این صورت که مشخصات هلال مورد نظر:

۱. از کم‌ترین حد رؤیت شده پایین‌تر است.

۲. از حدودی که رؤیت شده است، بالاتر است.

۳. در حدی نیست که بتوان به رؤیت یا عدم آن مطمئن شد.

در حالت اول هلال رؤیت‌شدنی نیست، در حالت دوم هلال قطعاً رؤیت می‌شود و در حالت سوم احتمال رؤیت یا عدم رؤیت هردو می‌باشد. هرچه مشاهدات ما در رؤیت هلال‌های جوان بیشتر شود، از حجم حالت

سوم کمتر و به دو حالت اول و دوم افزوده می‌شود. در شرایط کنونی معمولاً حدود ۱۰ ماه از سال در دو حالت اول و دوم و فقط دو ماه در حالت سوم قرار می‌گیرند.

مشکلات استهلال در نواحی قطبی

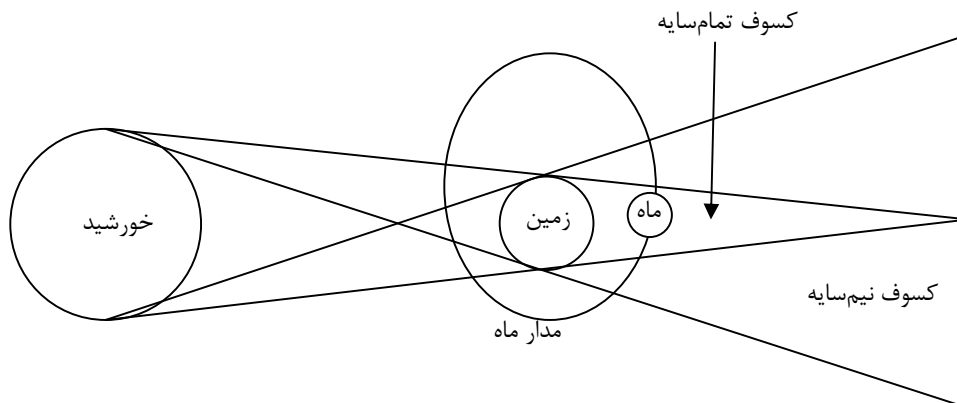
می‌دانیم که ماه در مداری به گرد زمین می‌چرخد که با دایرة البروج زاویه‌ای حدود ۵ درجه تشکیل می‌دهد. بنابراین، هلال ماه معمولاً در نزدیکی‌های خورشید، قابل رؤیت است. اگر در تابستان بخواهیم هلال را در نواحی قطبی رصد کنیم، به خاطر وجود ۲۴ ساعته خورشید در افق، ممکن است تا سه روز پس از مقارنه، موفق به رؤیت نشویم. در زمستان وضع از این هم بدتر است؛ زیرا همان‌گونه که خورشید دیده نمی‌شود، هلال هم تا چند روز در آسمان قابل رؤیت نیست. یعنی باید هلال آنقدر در مسیر دایرة البروج حرکت کند که میل آن به حدی برسد تا قابل رؤیت باشد. با تغییر فصول، این حالت موجب می‌شود که در این مناطق ماه‌هایی با تعداد روزهای کمتر از ۲۹ روز یا بیشتر از ۳۰ روز داشته باشیم. از طرف دیگر، اختلاف افق این مناطق هم با مناطق متعارف زمین گاهی به بیش از دو یا سه روز هم می‌رسد. اگرچه بنا بر فتوای برخی فقها مبنی بر اتحاد آفاق، این مشکل در زمستان حل خواهد شد؛ زیرا در مناطقی که در شب با این مناطق مشترکند، هلال قابل رؤیت می‌شود، اما در فصل تابستان اشکال به قوت خود باقی است.

گرفتگی‌های ماه و خورشید

اگر جرمی سماوی باعث شود که جرم سماوی دیگری برای ناظر زمینی غیر قابل رؤیت شود، اصطلاحاً گفته می‌شود که پدیده گرفتگی اتفاق افتاده است. این پدیده ممکن است برای سیارات و برخی ستارگان و ماه و خورشید اتفاق می‌افتد. سیاره‌های عطارد و زهره، گاهی از مقابل قرص خورشید عبور می‌کنند که در اصطلاح به این حالت عبور گفته می‌شود. معمولاً ماه باعث گرفتگی ستارگان و سیارات در مسیر خود می‌شود که این پدیده اختفا نامیده می‌شود. در این میان، دو پدیده ماه گرفتگی و خورشید گرفتگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. ماه گرفتگی هنگامی پدید می‌آید که ماه در سایه زمین قرار می‌گیرد و به صورت تیره و مسی‌رنگ دیده شود. وقتی زمین در سایه ماه قرار بگیرد، پدیده خورشید گرفتگی پیش می‌آید. از آنجا که این پدیده‌های نادر طبیعی انسان را متوجه قدرت خداوند متعال و نظام حاکم بر طبیعت می‌کند، از آیات الهی شمرده شده‌اند. در اسلام احکام ویژه‌ای نیز در این موارد وضع گردیده است.

ماه گرفتگی (خسوف)

پدیده ماه گرفتگی وقتی رخ می‌دهد که ماه، در حال بدر، نزدیک یکی از گره‌های صعودی یا نزولی خود باشد. در این حال ماه باید از سایه زمین عبور کند و بنا بر این از نور خورشید بی‌بهره می‌ماند. در واقع زمین همواره پشت خود یک سایه مخروطی درست می‌کند، ولی از آنجا که ماه معمولاً با اختلاف زاویه‌ای بین حدود $+5^\circ$ و -5° درجه نسبت به دایره البروج از کنار سایه می‌گذرد، به طور معمول ماه گرفتگی پیش نمی‌آید. ولی در حالی که ماه بدر، از نزدیکی دایره البروج بگذرد، یعنی در نزدیکی یکی از گره‌های مدارش باشد، سایه زمین بر ماه می‌افتد و ماه گرفتگی پدید می‌آید. در شکل زیر وقوع یک ماه گرفتگی نشان داده شده است.

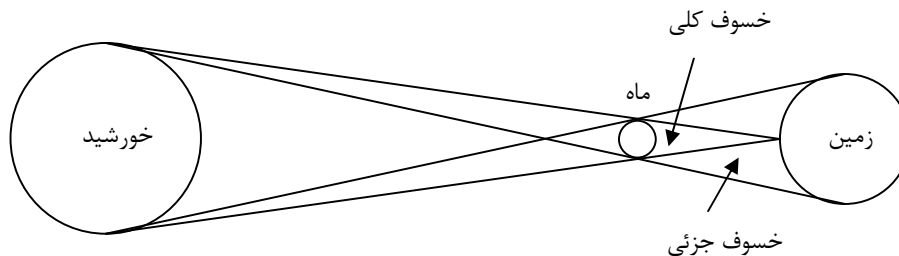


مخروط تمام سایه از تمام شعاع‌های خورشید بی بهره است، اما مخروط نیم سایه برخی از شعاع‌های خورشید را دریافت می‌کند، ولی چون از بخش دیگری محروم است، تیره‌رنگ به نظر می‌رسد. گاهی ماه فقط از ناحیه نیم سایه عبور می‌کند، در این صورت به اصطلاح خسوف نیم سایه/ی اتفاق افتاده است. در موارد عبور ماه از تمام سایه اگر تمام قرص از محدوده تمام سایه عبور کند، خسوف کلی رخ داده و گر نه خسوف جزئی است. خسوف نیم سایه‌ای در بیشتر موارد از زمین قابل تشخیص نیست، فقط در صورتی که بیش از ۰/۷ قرص ماه در نیم سایه قرار بگیرد، این نوع خسوف قابل تشخیص است و ظاهراً نماز آیات نیز در این مورد واجب می‌شود.

در خسوف کلی، قرص ماه به صورت کامل نامرئی نمی‌شود، بلکه به خاطر شکست نور خورشید در جو زمین، به طور غیر مستقیم مقداری از شعاع‌های خورشید به ماه می‌رسد. از آنجا که جو زمین نور آبی را بیشتر از نور قرمز جذب می‌کند، نور منعکس شده به ماه، به رنگ قرمز مسی در می‌آید. ماه گرفتگی، پدیده‌ای غیروابسته به موقعیت ناظر است. به این معنی که هر ناظری در زمان ماه گرفتگی، اگر بتواند ماه را ببیند، می‌تواند آن را ملاحظه نماید. بنابراین ماه گرفتگی برای همه نیم کره‌ای که به طرف ماه قرار گرفته، به یک شکل و هم‌زمان قابل رؤیت است.

خورشید گرفتگی (کسوف)

اگر زمین در سایه مخروطی ماه قرار بگیرد، پدیده خورشید گرفتگی پیش می‌آید. این پدیده وقتی اتفاق می‌افتد که ماه در نزدیکی حالت مقارنه، در حوالی یکی از گره‌هایش باشد. از آنجا که ماه معمولاً با اختلافی بین ۵+ و ۵- درجه نسبت به دایرة البروج قرار دارد، این پدیده به ندرت اتفاق می‌افتد. شکل زیر یک خورشید گرفتگی را نشان می‌دهد.



دیده می‌شود که خورشید گرفتگی کلی فقط در ناحیه بسیار کوچکی از زمین قابل رؤیت است ولی در نواحی بیشتری خورشید گرفتگی جزئی مشاهده می‌شود. از آن‌جا که ماه در مدار خود با سرعتی در حدود یک کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کند و زمین نیز، هم‌جهت با سایه با سرعت $0/5$ کیلومتر بر ثانیه در دایره استوا دارای حرکت وضعی است، خورشید گرفتگی با سرعتی حدود $0/5$ کیلومتر در ثانیه از شرق به غرب، در حرکت است. بنابراین نواحی مختلفی از کره زمین، خورشید گرفتگی قابل رؤیت است.

از آن‌جا که مدار حرکت زمین به دور خورشید و مدار ماه به دور زمین، بیضی شکلند، قطر قرص مرئی خورشید و ماه از روی زمین، در حال تغییر است. اگر خورشید گرفتگی کلی در صورتی پیش بیاید که قطر قرص ماه بزرگ‌تر از قطر خورشید باشد، خورشید گرفتگی کلی مشاهده می‌شود. در صورتی قطر ماه کوچک‌تر از قطر خورشید باشد، و ماه نتواند تمام قرص خورشید را بپوشاند، حلقه‌ای از خورشید، حتی در حد اکثر گرفتگی، قابل رؤیت است. این حالت را خورشید گرفتگی حلقوی می‌نامند.

برخلاف خسوف، کسوف پدیده‌ای وابسته به موقعیت ناظر است. یعنی در هر ناحیه از کره زمین که روز باشد، گرفتگی به شکلی متفاوت با نواحی دیگر رؤیت می‌شود. در مرکز گرفتگی، کسوف کلی دیده می‌شود، در نواحی شمالی، بخش پایینی خورشید و در نواحی جنوبی بخش بالایی خورشید، گرفته می‌شود و بالاخره برخی نواحی اصلاً گرفتگی را رؤیت نمی‌کنند. از این رو، محاسبه خورشید گرفتگی بسیار دشوارتر از ماه گرفتگی است.

خورشید گرفتگی کلی حداکثر حدود $7/5$ دقیقه طول می‌کشد. به خاطر استتار کامل قرص خورشید توسط ماه، آسمان در میان روز تاریک می‌شود و ستارگان قابل رؤیت می‌شوند. در این زمان حلقه‌ای الماسی‌رنگ از نور به گرد خورشید دیده می‌شود. با حرکت مجدد ماه، به تدریج قرص خورشید به حالت عادی باز می‌گردد.

قوانین گرفتگی‌ها

در این جا خلاصه‌ای از مهم‌ترین قوانین گرفتگی‌ها بیان می‌شود:

۱. زمان ماه گرفتگی فقط در هنگام بدر و خورشید گرفتگی در هنگام مقارنه است.

روایاتی که گرفتن خورشید در وسط و گرفتن ماه در آخر ماه را بیان می‌کنند، ایجاد حالتی غیر متعارف را بیان می‌کنند.

۲. تعداد خورشیدگرفتگی‌ها در یک سال حداقل ۲ و حداکثر ۵ و ماه‌گرفتگی‌ها حداکثر ۳ مورد است. بیشترین عدد مجموع گرفتگی‌ها در یک سال - اعم از ماه‌گرفتگی و خورشید گرفتگی - عدد ۷ است.
۳. گرفتگی‌ها اغلب به صورت زوجی یا سه‌تایی (خورشید گرفتگی - ماه‌گرفتگی - خورشید گرفتگی) رخ می‌دهند. ماه‌گرفتگی همیشه دو هفته قبل یا بعد از یک خورشید گرفتگی صورت می‌گیرد.
۴. الگوی گرفتگی‌ها در یک دوره ۱۸ سال و ۱۱ روز و ۸ ساعته به نام سیکل ساروس دوباره تکرار می‌شوند. البته این الگو به طور دقیق تکرار نمی‌شود.
۵. در یک ماه‌گرفتگی مدت زمان مرحله کلی حداکثر ۱ ساعت و ۴۰ دقیقه و مرحله تمام‌سایه‌ای (جزیی - کلی - جزیی) حداکثر ۳ ساعت و ۴۰ دقیقه به طول می‌انجامد. حداکثر مدت خورشید گرفتگی کلی (در استوا) ۷ دقیقه و ۴۰ ثانیه و برای گرفتگی حلقوی ۱۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه می‌باشد.
۶. ماه‌گرفتگی در هر نقطه از کره زمین که مشاهده شود به یک شکل و در یک زمان مشاهده می‌شود، ولی نوع خورشید گرفتگی و زمان رؤیت آن، بستگی به موقعیت ناظر روی کره زمین دارد.

نگاهی کوتاه به نجوم در دوره اسلامی

اهمیت علم نجوم

نجوم از دانش‌هایی است که مورد توجه همه پیامبران بوده و در اسلام نیز به این دانش توجه خواصی صورت گرفته است.

سید ابن طاووس آورده است: زمانی که خداوند حضرت آدم - علیه السلام - را از بهشت بیرون آورد، همه دانش‌ها را به او آموخت، از جمله نجوم و پزشکی. و حضرت ادریس - علیه السلام - نخستین کسی است که نجوم را مرتب کرد. وی اندازه مسیر کواکب را مشخص و تأثیر آنها را کشف و بازگو کرد.

از پیامبر اسلام - صلی الله علیه و آله و سلم - نقل نقل شده است: علم نجوم را فرا بگیرید تا در تاریکی بیابان و دریا راهنمایان باشد؛ علم نجوم علم حضرت نوح - علیه السلام - است.

امام علی - علیه السلام - می‌فرماید: هرکس پاره نوری از دانش نجوم از نزد حاملان دانش قرآن فرا گیرد به ایمان و یقین خود افزوده است.

امام صادق - علیه السلام - خطاب به مفضل می‌فرماید: ای مفضل! درباره ستارگان خوب بیاندیش، همچنین درباره طلوع و غروب خورشید و ارتفاع و انحطاط آن که سبب پیدایش فصل‌های چهارگانه سال می‌شود که سودهای کارآمدی را در پی خواهد داشت. ای مفضل! درباره اختران و اختلاف مدار و مسیرهای آنها خوب بنگر که چگونه برخی از آنها از مسیر فلک خود جدا نمی‌شوند [و دارای حرکت یکنواخت هستند] و گروهی در گردش به گونه دسته جمعی (منظومه‌وار) می‌گردند و برخی از آنها از مرکز فلک خود جدا می‌شوند (مانند مدارهای بیضوی و خارج از مرکز برخی از سیارات و ستارگان دنباله‌دار و...).

نجوم قبل از دوره اسلامی

از روزی که انسان در زندگی ابتدایی خود را می‌گذراند با نگاه به آسمان متوجه تغییرات منظره آسمان و شب و روز و تغییرات چهره ماه شد. به خاطر همین کنجکاوی‌های بشر بود که با داستان‌سرایی‌ها و اسطوره‌سازی‌ها درباره پدیده‌های نجومی، صورت‌های فلکی شکل گرفت. تکرار روز و شب و اهله ماه انسان‌ها را به فکر واداشت که از این پدیده‌ها برای انجام امور روزمره خود و کارهایی مانند دریانوردی و کشاورزی بهره ببرند.

فرهنگ‌هایی که در ابتدا پیدایش یافتند (مصریان و بابلیان) برای سازماندهی به زندگی مذهبی و اقتصادی خود با استفاده از حرکات ماه و خورشید تقویم را ابداع کردند.

چینی‌ها نیز از چند هزار سال قبل تقویمی ابداع کردند که همچنان کاربرد دارد. مایایی‌ها که در خلال سالهای ۲ هزار قبل از میلاد و ۹۰۰ میلادی ساکن آمریکای جنوبی بودند، تقویم شمسی دقیقی وضع کردند. آنها همچنین با محاسباتی وقوع خسوف و کسوف را پیش بینی می‌کردند. عرب جاهلی به حرکات ماه توجه زیادی داشتند و ماه‌ها و سال‌ها را بدان می‌شمردند. ولی کم‌کم دریافتند که وقوع فصول چهارگانه در ماه‌های قمری هر چند سالی اختلاف می‌یابد. از این رو، به تأخیر ماه‌ها (نسیء) متوسل شدند و سال‌ها را کیسه می‌کردند.

نجوم در دوره اسلامی^۱

از ابتدای طلوع اسلام علم نجوم مورد توجه قرار داشته است، اما اوج شکوفایی آن و پدیدار شدن اولین منجمان مسلمان در قرن دوم هجری می‌باشد. از قرن سوم هجری به بعد دانشمندان اسلامی هدف‌های مهمی را دنبال کردند که عبارت بودند از: انجام رصدهای جدید، کشف اشتباهات نجوم یونانی و ارائه روش‌ها و راه حل‌های جدید برای اخترشناسی.

ابوسعید سجزی یکی از کسانی است که در قرن چهارم هجری به صراحت درباره گردش زمین به دور خورشید اظهار نظر می‌کند و به اثبات آن می‌پردازد. یعنی قرن‌ها قبل از کپرنیک و کپلر او چنین نظریه‌ای را ارائه می‌دهد. به این نظریات، نظریات پیش‌کپرنیکی می‌گویند.

^۱. اجمالی از نجوم دوره اسلامی در بخش اول این نوشتار (نجوم اسلامی) بیان گردیده است.

اهمیت و مقام بلند سجزی در تاریخ علم فلک از این نظر است که او مخترع اسطرلاب زورقی بر اساس زمین متحرک است که بر محور خود می‌چرخد، و فلک با آنچه در آن است، به استثنای کواکب سیاره هفت‌گانه، ثابت است.

عبدالرحمن صوفی رازی نیز جدول‌های یونانی‌ها را تصحیح کرد، مثلاً به منطقه‌ای از ستاره‌های نجومی اشاره می‌کند (مثل صورت فلکی ققنوس) که در هیچ کدام از نوشته‌های پیشین موجود نبود، و یا اجرام غیرستاره به نام سحابی را عنوان می‌کند.

مسلمانان درباره کلف‌های (لکه‌های سیاه) روی خورشید نیز بحث کرده‌اند. نخستین کسی که کلف خورشید را دیده و در باب آن مطلبی نوشته، فیلسوف مشهور اندلسی ابن رشد (وفات ۵۹۵هـ) است. همچنین ابن رشد به کمک محاسبه، زمان عبور عطارد بر قرص خورشید را می‌شناخت و آن را رصد کرده است.

رصدخانه‌های مهم در دوره اسلامی

شرف‌الدوله دیلمی از سال ۳۷۲ تا ۳۷۹ هـ ق حاکم جنوب فارس و عراق حکم بود. وی در بغداد رصدخانه‌ای ساخت و گروهی از دانشمندان فلکی مانند ابوسهل بیژن بن رستم کوهی (وفات حدود ۴۰۵ هـ)، ابوحامد احمد صاغانی اسطرلابی (وفات ۳۸۰ هـ)، ابراهیم بن هلال صابی (وفات ۳۸۴ هـ) و ابوالوفا بوزجانی را برای این کار گرد آورد.

در سال ۴۶۷ هـ عمر خیام نیشابوری - که از نوابغ ریاضی است - به ایجاد رصدخانه جدیدی در شهر ری برای اصلاح تقویم فارسی دعوت شد. سال پارسی از دوازده ماه تألیف می‌شد که هر ماه نیز سی روز بود، پس از آن پنج روز خالی می‌ماند که آن را عید می‌گرفتند و به این ترتیب سال در ۳۶۵ روز تمام می‌شد. خیام به همراهی عده‌ای از ریاضی‌دانان دیگر همچون عبدالرحمن خازنی و اسفزاری و میمون بن نجیب واسطی (وفات حدود ۵۱۸ هـ) و دیگران، این تقویم را اصلاح کردند.

پس از آنکه مغولان بغداد را تسخیر کردند، و خلافت عباسی در سال ۶۵۶ هـ منقرض شد، خواجه نصیرالدین طوسی (ولادت ۵۹۷، وفات ۶۷۲ هـ) به دربار هولاکوخان، نفوذ کرد. به دستور او احمد بن عثمان مراغی معمار معروف آن عصر در شمال غربی مراغه رصدخانه‌ای بنا کرد که امروز به نام رصدخانه مراغه معروف است. خواجه نصیر در علوم ریاضی و نجوم و حکمت سرآمد بود. خواجه نصیر گروهی از علمای فلک را از همه بلاد اسلامی در مراغه گرد هم آورد که از میان آنها محیی الدین قرطبی اندلسی مغربی (وفات پیش از ۶۹۰ هـ)، مؤید الدین عرضی دمشقی، فخرالدین مراغی موصلی، فخرالدین خلطی تفریسی و

نجم‌الدین علی بن عمر معروف به کاتبی قزوینی (وفات ۶۷۶ ه‍.ق) شهرت بیشتری دارند. گویا خواجه طوسی بعدها دو جوان دانشمند و نامدار یعنی قطب‌الدین شیرازی (وفات ۷۱۰ ه‍.ق) و کمال‌الدین فارسی (وفات ۷۲۰ ه‍.ق) را بر آن عده افزود.

پس از سقوط دولت عباسی در بغداد، شکوفایی فرهنگ اسلامی در ترکستان آغاز گردید، الغیگ در سمرقند رصدخانه‌ای بنا کرد و با صلاح‌الدین رومی معروف به قاضی‌زاده موسی چلیپی و غیاث‌الدین کاشانی (وفات هر دو پیش از ۸۴۰ ه‍.ق) به تصحیح رصدهای یونانی پرداختند. چون در آن رصدها اختلاف زیادی یافتند، الغیگ و یارانش به گرفتن رصدهای جدیدی پرداختند که از سال ۸۲۷ تا ۸۳۹ ه‍.ق طول کشید، و سپس از مجموع آنان زیجی کامل ساخت که به «زیج الغیگ» مشهور شده است. در این زیج راه‌های متعددی برای محاسبه خسوف و کسوف، و جدول‌های نجومی ثوابت و حرکات ماه و خورشید و کوكب‌های سیار و خطوط طولی و عرضی شهرهای بزرگ عالم وجود دارد.



مرکز مطالعات و پژوهش های فلکی - نجومی

قم - ابتدای بلوار امین شماره ۸۱

تلفن : ۵ - ۲۹۳۶۳۱۱ ۰۲۵۱ نمابر: ۲۹۱۳۵۵۵ ۰۲۵۱

پایگاه مرکز : <http://www.nojumi.org>

نشانی پست الکترونیکی : info@nojumi.org

تمامی حقوق این جزوه متعلق به ستاد برگزاری مسابقه سراسری نجوم می باشد.