فنّاوری جدید در رؤیت هلال

محمدتقی عدالتی

عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

نظام تقویم اسلامی، بر مبنای نخستین رؤیت هلال است و امکان پیش‌بینی این رؤیت هنوز مسألهٔ مهم و بغرنج تقریباً یک میلیارد مسلمانی است که در سراسر جهان زندگی می‌کنند و مشاهده می‌شود به‌رغم آنکه همه‌ساله یک بر خورد جدّی دربارهٔ شروع ایام شریف، بویژه آغاز و پایان ماه‌های رمضان و ذوالحجه، رخ می‌دهد؛ متأسفانه گاهی حتی مردمان ساکن یک کشور، ماه روزه را در روزهای متفاوتی شروع می‌کنند! و این البته مقبول و موجّه نیست. بنابراین به‌نظر می‌رسد وقت آن رسیده باشد علوم متناسب با موضوع استهلال را پیش رو قرار دهیم، از آنها بهره جوییم و به روش واحدی دست یابیم؛ روشی که منجر به یافتن پاسخ این پرسش‌ها شود: درکجا و چه وقت هلال قابل رؤیت است؟

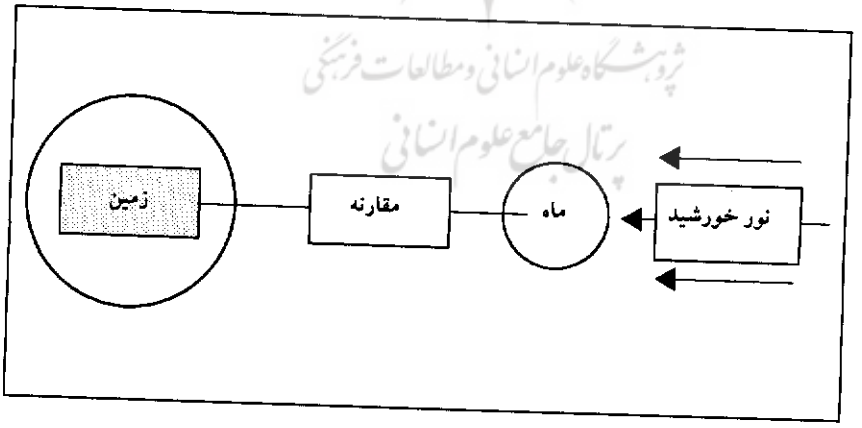
الگوی روشنایی ماه (یعنی مرئی بودن هلال) مستلزم انجام محاسبات پیچیده‌ای در حوزه‌های مکانیک سماوی و روش‌های جوّی و اخترفیزیکی است، و لذا به تصور نگارنده اولین گام برای اصلاح یک تقویم قمریِ عام و قابل قبول آن است که ابتدا معیار عدم رؤیت (نامرئی بودن) را به دست آوریم و پس از آن، دسترسی به معیار واقعی ساده‌تر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: الگوی روشنایی ماه، معیار عدم رؤیت، مقارنه، شبکهٔ جوّی، توزیع انرژی طیفی خورشید و تابع پلانک.

معیار غیرمرئی بودن ماه چیست؟

در اینجا سؤالات اساسی آن است که ماه چه موقع نامرئی می‌شود؟ و آیا امکان مشاهدهٔ آن در حالت مقارنه وجود دارد؟ البته نه! زیرا به خاطر می‌آوریم که حین مقارنه، زمین، ماه و خورشید هر سه روی یک خط نصف‌النهار سماوی قرار می‌گیرند (شکل ۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱. موضع مقارنهٔ ماه و خورشید

در این حالت، ماه بین زمین و خورشید واقع می‌شود و طرف تاریک آن روبه‌روی ناظری خواهد بود که در هر جای کرهٔ‌زمین مستقر است. بدین ترتیب هنگام مقارنه، هیچ قسمتی از ماه برای ناظر زمینی قابل مشاهده نیست و برای اینکه قابل رؤیت شود، باید در مدتی محدود بر مدار خود حرکت کند.

امروزه می‌توان زمان مقارنه را محاسبه کرد و محاسبات معیّن و خوبی هم در دانش نجوم در این‌باره وجود دارد (میوس[1] ۱۹۸۲).

حال که غیر قابل رؤیت بودن هلال در زمان مقارنه محرز شد، براحتی می‌توان در این خصوص به توافق رسید که هرگاه فردی ادعا کرد هلال را در خلال مقارنه یا پیش از آن دیده است، ادعای او را مردود دانست.

روش پیشگویی نجومی

اکنون باید بررسی کنیم حدّ بالای نامرئی بودن ماه در شرایط مناسب جوّی چیست؟ و معیار پیشگویی زودترین زمان ماه نو کدام است؟

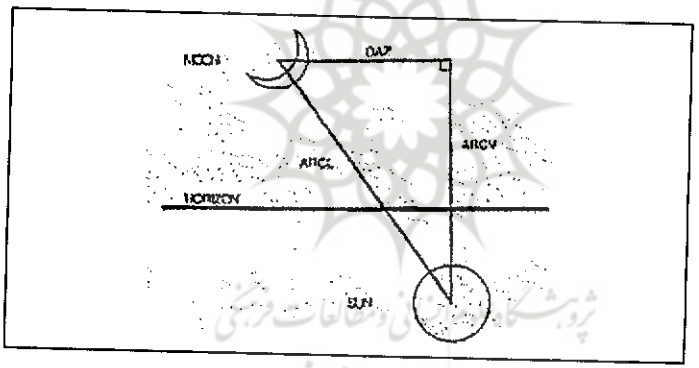
روش‌های متعددی برای پیشگویی اولین رؤیت هلال وجود دارد. از بیش از ۵۰۰۰ سال قبل به این طرف، تقریباً همهٔ تمدّن‌های بشری ــ از بابلی‌ها گرفته تا به امروز ــ معیارهای متفاوتی را یافته و به‌کار بسته‌اند (الیاس ۱۹۸۸) که بعضی از آنها عبارت است از: اختلاف زمان‌های غروب خورشید و ماه، سنّ ماه نو، فاصلهٔ زاویه‌ای ماه و خورشید (ΔD) و غیره (شکل ۲).

براستی کدام روش می‌تواند کاربردی‌تر یا به واقعیت نزدیک‌تر باشد؟

1. J. Meeus

آخرین مطالعاتی که دانشمندانی نظیر فادرینگهم و ماوندر[1] (۱۹۱۰ م)، دانژون[2] (۱۹۳۲-۱۹۳۶ م)، بروئین[3] (۱۹۷۷ م)، الیاس (۱۹۸۱-۱۹۸۹)، مک‌نلی[4] (۱۹۸۳ م)، شِفِر[5] (۱۹۸۹-۲۰۰۰ م) و یالوپ،[6] در سدهٔ گذشته انجام داده‌اند، همگی، کوشش‌هایی برای یافتن پاسخ سؤال مذکور بود.

اگر بخواهیم مشترکات معیارهای پژوهشگران مذکور را در نظر گیریم و آن را به صورت یک واحد بیان داریم ـ برای مثال فاصلهٔ زاویه‌ای (D) را که کم‌ترین مقدار آن هفت درجه و به حدّ دانژون مشهور است ـ بدون شک حدّ دانژون، به طور همزمان، به عنوان حدّ پایین‌تری برای پیشگویی رؤیت هلال نو پذیرفته می‌شود.



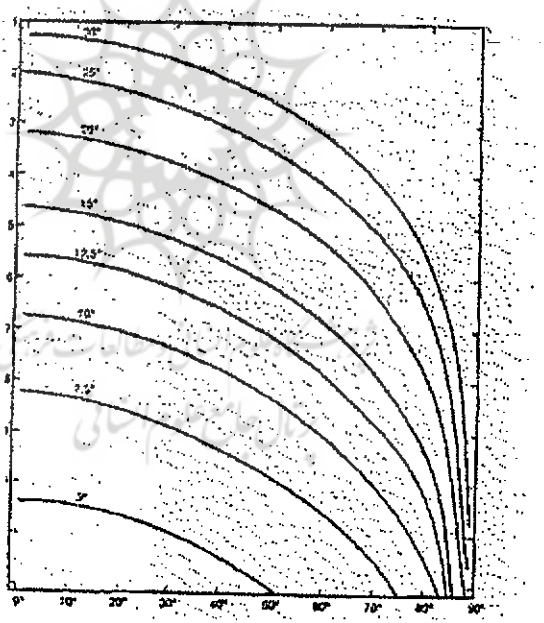
شکل ۲. معیارهای مختلف رؤیت هلال. (← مجموعه مقالات الیاس ۱۹۸۴)

شایان توجه است که وزارت امور مذهبی جمهوری ترکیه، از ۱۹۷۸ م فاصلهٔ زاویه‌ایِ هشت درجه را به عنوان یک معیار ـ حاصل از تجزیه و

1.Fotheringhan & Maunder 2. A. Denjon 3. Bruin
4. D. McNally 5. B. E. Shaefer 6. B. Yallop

تحلیل همایش سال ۱۹۷۸ م در شهر استانبول که توسط سازمان کنفرانس اسلامی برگزار شد ـ برای تقویم اسلامی جهانی به کار می‌برد.

نیز شِفِر (۱۹۹۱ م) نشان داد چشم انسان قادر به تشخیص اجرام روشن‌تر از هشت قدر (حدّ آستانه برای روشنایی چشم) نیست و بنابراین ناگزیر باید حداقل هشت درجه از خورشید فاصله بگیرد تا به روشنایی آستانه برسد (شکل ۳)، و این استنتاج، حامی معیار استانبول نیز هست؛ به این سبب که امروزه هنوز از معیار جدایی زاویه‌ایِ هشت درجه برای نقشه‌های جهانی رؤیت هلال، استفاده می‌کنیم.



شکل۳. روشنایی سطح در مقابل هلال

(هر منحنی برای یک فاصلهٔ زاویه‌ای متفاوت است).

فنّ جدید اخترفیزیکی

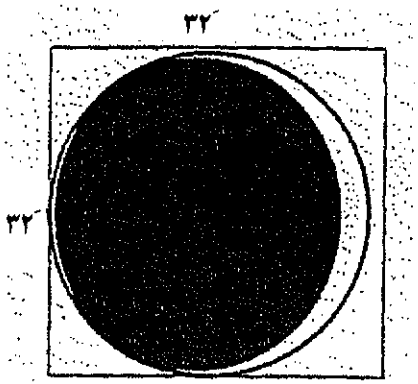
به جز معیار شِفِر (۱۹۹۱ م)، سایر معیارهای مرئی هلال در تاریخ، بر مبنای یک سلسله عوامل موجود در دانش‌های هیئت و نجوم بنا شده است. شِفِر، معیار روشنایی ماه را برای پیشگویی نخستین رؤیت ماه نو به کار می‌برد. پژوهش حاضر نیز بر اساس الگوی روشنایی ماه است، با این تفاوت که ما روش متفاوتی را به کار بسته‌ایم که اجازه می‌دهد از اطلاعات اخترفیزیکی نیز استفاده کنیم.

اساس نظریهٔ نگارنده این است که اختلاف بین شدت‌های نورِ مشاهده شدهٔ ماه ($I_m(\lambda)$) و جوّ زمین ($I_a(\lambda)$) در ناحیهٔ طول موج مرئی، باید مثبت (بیش از صفر) باشد تا بتوان ماه نو را پس از مقارنه مشاهده کرد، یعنی:

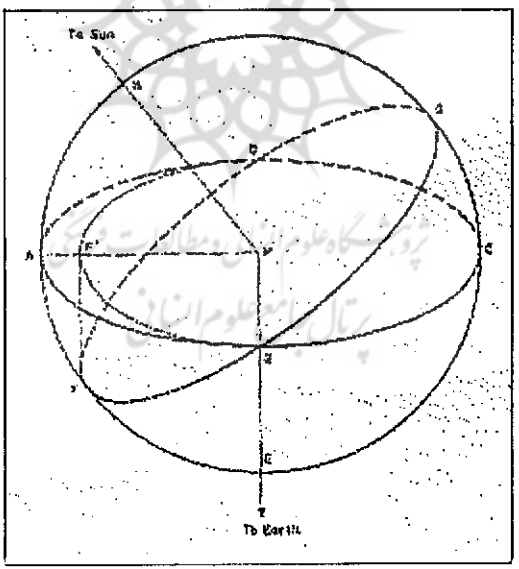
$$I_m(\lambda)^{obs} - I_a(\lambda)^{obs} > 0 \qquad (۱)$$

بدین ترتیب برای محاسبهٔ عبارتِ (۱)، یک شبکهٔ مربعی به ابعاد ۳۲ دقیقه را در نظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم ماه در این شبکه قرار دارد. دلیل انتخاب اندازهٔ اضلاع شبکه به قدر ۳۲ دقیقه، آن است که اندازهٔ تقریبی زاویهٔ ظاهری قطر ماه ۳۲ دقیقه است و این موضوع اجازه می‌دهد تا سهم نور ماه را نسبت کلّ تابشی که از شبکهٔ جوّی حاصل می‌شود، محاسبه کنیم.

اکنون گام‌به‌گام، نامساوی (۱) را تجزیه و تحلیل می‌کنیم:



شکل۴. شبکهٔ جوّی، در زمان نخستین رؤیت هلال

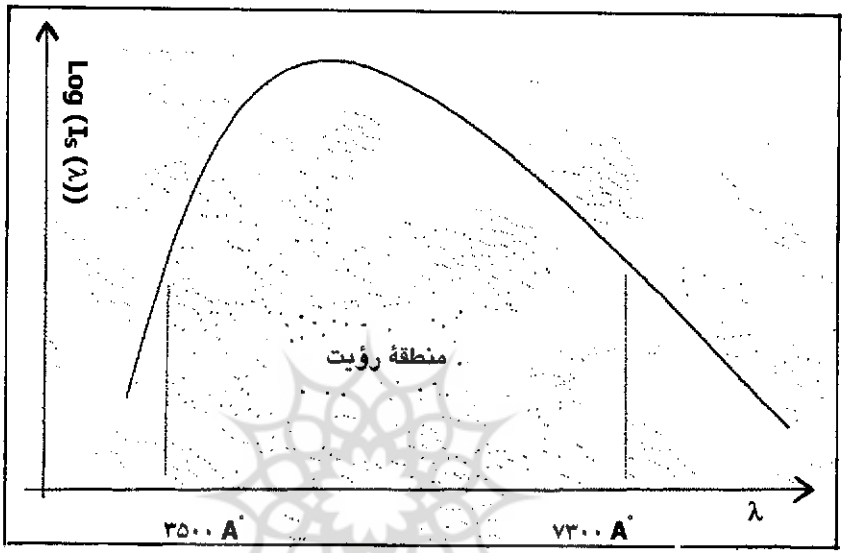


شکل۵. تصویر نجومی هلال

ابتدا معادلهٔ $I_m(\lambda)^{obs}=I_m(\lambda)^{Ref}-I_m(\lambda)^{abs+sca}$ را در نظر می‌گیریم که در آن $I_m(\lambda)^{obs}$، شدت نور مشاهده شدهٔ ماه از زمین، $I_m(\lambda)^{Ref}$، شدت نور منعکس شدهٔ ماه، و $I_m(\lambda)^{abs+sca}$، شدت نور جذب و پخش شدهٔ ماه توسط جوّ زمین است.

در اینجا باید یادآوری کرد ماه یک منبع نوری شبیه خورشید نیست و تنها نور دریافتی از خورشید را مشابه آینه منعکس می‌کند. ولی از آنجا که سطح ماه یک آینهٔ کامل نیست، ناگزیر برای محاسبهٔ $I_m(\lambda)^{Ref}$، باید بسیاری از عوامل را به حساب آوریم؛ برای مثال باید دانست $I_m(\lambda)^{Ref}$، تابعی از مساحت قسمت روشن ماه (مساحت هلال؛ ← شکل ۴) و ساختار سطح ماه (متشکّل از شن‌ها، صخره‌ها، سایه‌های کوه‌های آن و امثال اینها) است. از طرف دیگر، محاسبهٔ $I_m(\lambda)^{abs+sca}$ نیز بسیار پیچیده و نیازمند به کار بستن عملیات فیزیک جوّی و معادلهٔ تبدیل انرژی تابشی (میهالاس ۱۹۸۴) است و باید توجه کرد $I_m(\lambda)^{abs+sca}$ هم تابع عوامل مختلف، نظیر ضرایب جذب و پخش ذرّات جوّ، مانند ذرّات بخار آب و گرد و غبار، پریشندگی جوّی، ضخامت نوری و جز آن است.

بنابراین، به صورت نظری می‌توان مقدار $I_m(\lambda)^{obs}$ را محاسبه کرد. ولی آیا می‌توان توزیع روشنایی جوّی ($I_a(\lambda)^{obs}$) را نیز همانند $I_m(\lambda)^{obs}$ محاسبه نمود؟ پاسخ مثبت است. چه، جوّ زمین توسط خورشید روشن می‌شود و می‌دانیم توزیع انرژی طیفی خورشید ($I_{sun}(\lambda)$)، یک تابع پلانک است (شکل ۶).



شکل ۶. تصویری از توزیع انرژی طیفی خورشید ($I_{sun}(\lambda)$)، به عنوان نمونه‌ای از تابع پلانک.

تابع پلانک خورشید نیز از محاسبات کاملاً شناخته شده در دانش اخترفیزیک به شمار می‌رود و این محاسبه‌ها در تمام کتب این رشته وجود دارد.

با توجه به آنچه بیان شد، حال می‌توان به این سؤال که چه‌گونه $I_a(\lambda)^{obs}$ از تابع پلانک خورشید به دست می‌آید، پاسخ گفت؛ و راه حل مسأله هم این

است که معادلهٔ تبدیل انرژی تابشی را برای به دست آوردن انرژی داخل شبکهٔ جوّیِ مربعی ــ که پیش‌تر بدان اشاره شد ــ به کار بریم:

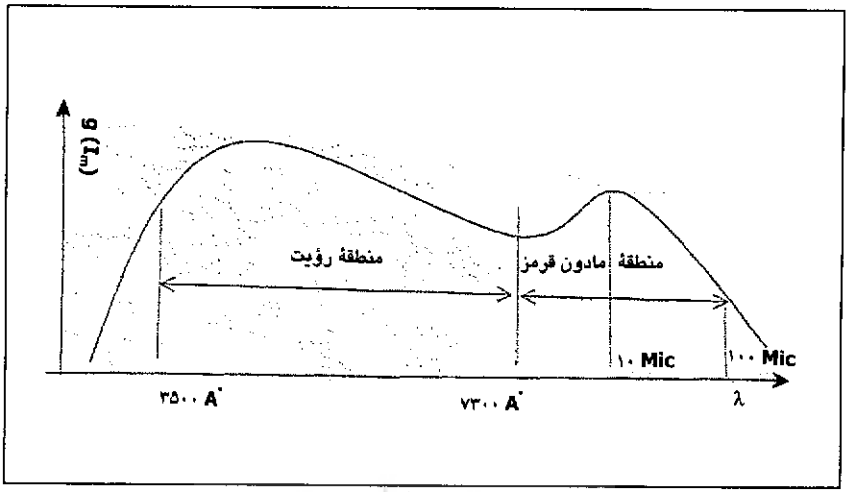
$$I_a(\lambda)^{obs} = I_{sun}(\lambda)\, e^{-\tau(\lambda)}\, d\lambda \qquad (۲)$$

(τ، ضخامت نوری شبکهٔ جوّی است.)

در نهایت هم مقادیر $I_m(\lambda)^{obs}$ و $I_a(\lambda)^{obs}$ را به دست می‌آوریم. سپس قادر خواهیم بود معیار مرئی بودن هلال جدید را آزمایش کنیم. بدین معنا که اگر $I_m(\lambda)^{obs} - I_a(\lambda)^{obs} > 0$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت هلال مرئی است. اما چنانچه این‌گونه نبود، از طریق مشاهده (با چشم غیرمسلّح یا توسط تلسکوپ) برای تعیین ماه نو اقدام می‌کنیم.

کلّیّهٔ نتایج مذکور، نظری است و همگی آزمایش شده است. لذا برای آزمودن همپوشانی الگوهای نظری با مشاهده‌ها، البته به مشاهدات نیاز داریم.

اما یک مشکل وجود دارد؛ اگر افق غربی از ابر پوشیده باشد و یا ببارد، نظریه نیز کاربرد ندارد! در این صورت چه باید کرد؟ در این هنگام، به روش دیگری برای یافتن مسیر ماه در آسمان نیاز هست. در این روش که خاص ردیابی ماه در آسمان ناصاف است، از طیف مادون قرمز استفاده می‌شود. لذا با بهره‌گیری از دوربین‌های مادون قرمز، می‌توان مسیر ماه را در هر ثانیه ــ در صورتی که روی افق باشد ــ حتی در صورت مملوّ بودن افق غربی از ابرهای تاریک، تعقیب کرد.



شکل ۷. توزیع انرژی طیفی هلال. یک قلّهٔ گسیل در اطراف ۱۰ مایکرون وجود دارد که از سطح داغ شدهٔ ماه توسط خورشید صادر می‌شود (هلال مادون قرمز)

نتیجه‌گیری

پیشگویی مرئی بودنِ ماه نو، بسیار مشکل است و نظریه‌های فراوانی را می‌توان برای حل مسأله مطرح ساخت. هدف ما از نگارش مقالهٔ حاضر این بود که میزان خطا در مشاهدهٔ ماه نو، با بهره‌مندی از روش‌های جدید اخترفیزیکی که امروزه در دسترس نیز هست، کاهش یابد و تردیدی نیست که برای دستیابی به یک نتیجهٔ جامع و فراگیر، باید به صورت گروهی فعالیت نمود.

مآخذ

Ilyas, M. 1981. *Science and Sighting of New Moon.* Malaysia.

----------. 1981. Calendar Calculation System.

----------. 1981. *New moon visibility calculation and calendar*: Ibn. Malaysia.

----------. 1981, "Crescent Wrench", *Sky aud Telescope* , no. 78,p. 389.

Meeus, Jean. 1982. *Astronomical tables of the Sun*, Moon, and Planets.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی