# بررسی تأثیر روشنایی در رؤیت‌پذیری هلال اول ماههای قمری

**جمشید قنبری[1]، محمد مهدی مطیعی[2]**

*۱. گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد*

*۲. مرکز تحقیقات زمین‌لرزه‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد*

**چکیده**

رؤیت هلال و مسایل مربوط به آن چه در زمینه‌های فقهی و چه در زمینه‌های علمی همواره مورد توجه دانشمندان و فقهای اسلامی و حتی دیگر دانشمندان جهان بوده‌است. در کشور ما به سبب نقشی که هلال ماه در تعیین آغاز و پایان ماههای هجری قمری دارد، استهلال از اهمیت بسزایی برخوردار است. از طرف دیگر از آنجا که برخی از اعمال شرعی به تعیین صحیح روزهای ماههای قمری وابسته است، عمل رؤیت هلال ماه گاه بسیار حساس و گزارشهای واصله از رصدگران هلال ماه اهمیت دو چندان پیدا می‌کند. در این مقاله علاوه بر معرفی پارامترهای مهم و مؤثر در پیش‌بینی رؤیت هلال، به نحوه محاسبه میزان روشنایی هلال ماه و نقش آن به طور خاص در امر رؤیت پرداخته خواهد شد.

## ۱- مقدمه

مبنای تقویم اکثر کشورهای اسلامی بر ماههای قمری بنا نهاده شده است. یک یا دو روز بعد از مقارنهٔ ماه، هنگامی که هلال باریک این قمر در افق غربی پس از غروب خورشید مشاهده گردد، ماه قمری جدید آغاز می‌شود. هرچند با داشتن پارامترهای مداری ماه، زمان دقیق مقارنهٔ آن با خورشید با دقت مناسبی قابل محاسبه است، اما امکان پیش‌بینی رؤیت‌پذیری اولین هلال پس از مقارنه (با چشم غیر مسلح یا ابزار اپتیکی) همواره به سادگی میسر نیست. در طول دو روز اول بعد از مقارنه، هلال جوان ماه معمولاً در ارتفاع بسیار کمی پس از غروب خورشید در آسمان ظاهر می‌شود و ممکن است در میان روشنایی پس از غروب خورشید در افق غربی مشاهده گردد، اما فرصت این رؤیت بسیار کوتاه است زیرا ماه پس از غروب خورشید تنها مدت زمان کوتاهی بالای افق مشاهده می‌شود و مدتی پس از غروب خورشید غروب خواهد کرد. مشاهده هلال یک روز پس از مقارنه معمولاً بسیار دشوار و گاه غیر ممکن است. در این زمان هلال بسیار باریک است و روشنایی سطح آن بسیار اندک می‌باشد، بنابراین بسادگی در روشنایی افق محو خواهد شد و از دیده‌ها پنهان می‌گردد. رؤیت چنین هلالهایی به مکانی مناسب، رصدگرانی باتجربه و آسمانی صاف و بدون غبار و سایر آلودگیهای جوی نیاز دارد. بنابراین زمان مشاهده هلال پس از مقارنه ماه و خورشید در هر ماه قمری با ماه قمری دیگر ممکن است تفاوت داشته‌باشد. اگر از شرایط مکانی ناظر صرفنظر کنیم و مسأله را از دیدگاه ناظر خارج از زمین بررسی نماییم، اندازه و درخشندگی هلال ماه تنها به کمیت نجومی زاویه کشیدگی ماه نسبت به خورشید که همان جدایی زاویه‌ای یا فاصله زاویه‌ای بین مراکز ماه و خورشید است، بستگی دارد. کشیدگی بین ماه و خورشید را گاه کمان نور نیز می‌نامند.

برای آغاز هر ماه قمری ٤ ایده رایج وجود دارد. اول، آنکه آغاز ماه قمری بر مبنای مقارنه ماه و خورشید باشد، به گونه‌ای که روز بعد از مقارنهٔ ماه و خورشید اولین روز ماه قمری جدید محسوب شود (مورد استفاده در کشور لیبی). دوم، آغاز ماه قمری بر مبنای مقارنه ماه و خورشید و اختلاف زمان غروب ماه و خورشید در نظر گرفته شود به نحوی که اگر مقارنهٔ ماه و خورشید، قبل از غروب خورشید روی دهد و هلال ماه بعد از غروب خورشید، بالای افق باشد (حتی اگر رؤیت نشود)، روز بعد اول ماه قمری جدید محسوب شود. این ایده معمولاً در کشور عربستان مورد استفاده قرار می‌گیرد. سوم، آغاز ماه قمری بر مبنای رؤیت هلال با چشم غیرمسلح و چهارم بر مبنای رؤیت هلال با چشم

مسلح (دوربینهای دو یا تک‌چشمی و حتی تلسکوپ) باشد. دو ایده اخیر در کشور ما مورد استفاده قرار می‌گیرند. اخیراً مقام معظم رهبری رؤیت هلال در روز و پس از اذان ظهر را نیز برای آغاز ماه قمری جدید کافی دانسته‌اند. از آنجا که در کشور جمهوری اسلامی ایران ایده‌های سوم و چهارم به عنوان ملاک آغاز ماههای قمری مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید به شرایط رؤیت‌پذیری هلال با توجه به پارامترهای ماه یک یا دو روز بعد از مقارنه با خورشید توجه نمود.

## ۲- عوامل مؤثر در مقدار زاویه کشیدگی ماه یک روز پس از مقارنه

**الف) زاویه کشیدگی ماه در هنگام مقارنه:** مقارنه ماه و خورشید زمانی رخ می‌دهد که طول سماوی (طول دایرةالبروجی) این دو جرم با یکدیگر برابر شوند. در این لحظه عرض سماوی ماه، زاویه کشیدگی آن را معین می‌کند (عرض دایرةالبروجی خورشید همواره صفر است). اگر در هنگام مقارنه عرض سماوی ماه نیز صفر گردد، شاهد خورشید گرفتگی خواهیم بود. حداکثر مقدار عرض دایرةالبروجی ماه حدود ۵ درجه و حداقل ۵- درجه می‌باشد. بدیهی است هرچه جدایی زاویه‌ای ماه و خورشید در هنگام مقارنه بیشتر باشد، کشیدگی ماه نیز یک روز پس از مقارنه بیشتر خواهد بود که خود در رؤیت‌پذیری آن تأثیرگذار است.

**ب) سرعت ماه در مدار به دور زمین:** مدار گردش ماه به دور زمین بیضی شکل است و زمین در یکی از کانونهای این بیضی واقع است. اگر در زمان مقارنه ماه و خورشید، ماه در نزدیکی نقطه حضیض خود باشد، یک روز پس از مقارنه به دلیل سرعت بیشتر آن در آسمان نسبت به سایر زمانها، فاصله بیشتری از خورشید می‌گیرد و امکان رؤیتش بیشتر خواهد بود.

**پ) فاصله ماه تا زمین:** همچنین به دلیل بیضوی بودن مدار گردش ماه به دور زمین، فاصله این جرم سماوی در طول مدت یک دور کامل گردش به گرد زمین متغیر می‌باشد. بنابر این با فرض ثابت بودن سرعت خطی ماه در مدار، سرعت زاویه‌ای آن از دید ناظر زمینی در لحظه‌ای که ماه در نقطه حضیض مدارش است، بیشترین مقدار را خواهد داشت.

**ت) مکان ناظر (رصدگر):** اگر ناظر در مناطق بین مدار رأس‌السرطان و رأس‌الجَدْی[1] واقع باشد و هلالی که سن آن یک روز است را درست قبل از آنکه غروب کند مشاهده نماید، زاویه کشیدگی چنین هلالی را حدود یک درجه کمتر از ناظر فرضی واقع در مرکز زمین اندازه‌گیری خواهد کرد [۲]. معمولاً تقویمهای نجومی زاویه کشیدگی ماه را در مختصات زمین‌مرکزی (از دید ناظری که در مرکز زمین واقع است) محاسبه می‌کنند. برای رصدگران واقع در عرضهای جغرافیایی بالاتر (یا پایینتر) از محدوده فوق، مقدار اندازه‌گیری شده کمتر از یک درجه نسبت به آنچه در تقویمهای نجومی ارائه شده‌است، می‌باشد.

با بررسی‌های انجام شده مشخص می‌شود که زاویه کشیدگی زمین‌مرکزی ماه، یک روز پس از مقارنه (زمانی که سن ماه یک روز است)، می‌تواند تقریباً عددی بین ۱۰ تا ۱۵ درجه باشد. این محدوده نسبتاً وسیع تغییرات زاویه کشیدگی برای هلالی که یک روز سن دارد بسیار حائز اهمیت است، زیرا در این زمان ضخامت بخش میانی هلال که متناسب با مجذور زاویه کشیدگی است، درحال افزایش است و در نتیجه روشنایی سطح هلال نیز به سرعت افزایش می‌یابد [۲].

---

[1] Tropics

پیش‌بینی رؤیت‌پذیری هلال ابتدای ماههای قمری به دلیل مرتبط بودن با پارامترهایی که همگی به صورت غیرخطی در این امر تأثیرگذار هستند از نظر علمی و رصدی بسیار مورد توجه رصدگران می‌باشد. بـه بیـان سـاده‌تـر در بحـث رؤیت هلال با پارامترهایی سر و کار داریم که هریک دارای تغییراتی سریع و غیر خطی هستند و نمی‌توان با استفاده از رابطه‌ای ساده کل مسأله را به طور خلاصه و جامع بیان کرد.

### ۳- عوامل مؤثر در رؤیت هلال

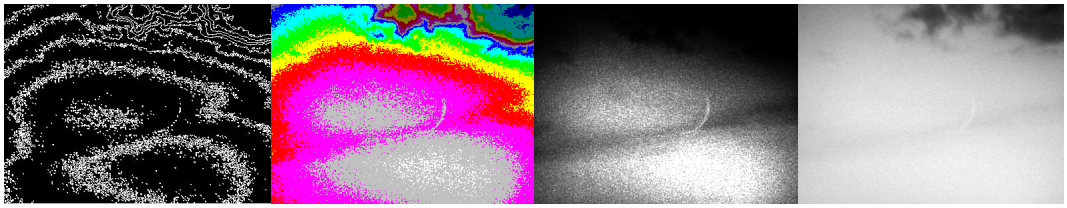
این عوامل عبارتند از: هندسه خورشید- ماه- زمین و افق ناظر، ضخامت هلال و روشنایی سطح آن، میـزان جـذب نور ماه توسط جو زمین، نحوه پراکندگی نور خورشید در جو زمین، به ویژه در افق شرقی یا غربی در هنگام طلوع یـا غروب خورشید، فیزیولوژی دید (رؤیت) در انسان. معمولاً ساکنان مناطقی که عرض جغرافیایی آنها کمتر اسـت و در ارتفـاع بیشتـری از سطـح دریـا زنـدگـی مـی‌کننـد، شانـس بیشـتری برای مشـاهــده هــلال خواهند داشت [۲].

### ٤- بررسی تأثیر درصد روشنایی در رؤیت هلال

به طور کلی رؤیت‌پذیری هلال به سن ماه، مدت مکث هلال ماه، ارتفاع هلال در هنگام غروب خورشـید، اخـتلاف سمت ماه و خورشید در هنگام غروب خورشید، جدایی زاویه‌ای ماه و خورشید، درصـد روشـنایی هـلال و ضـخامت بخش میانی هلال بستگی دارد. می‌توان برای محاسـبه درصـد روشـنایی هـلال کـه در ایـن مقالـه بـه عنـوان یکـی از پارامترهای مهم برای رؤیت‌پذیری به کار می‌رود، از رابطه زیر استفاده نمود [۱] :

$$\text{درصد روشنایی ماه} = 0.5 \times (1 - \text{Cos } a) \times 100$$

در این رابطه a اختلاف طول دایرةالبروجی ماه و خورشید است. درصد روشنایی هلال به تنهایی نمـی‌توانـد تعیـین کننده رؤیت پذیری هلال باشد. اگر ارتفاع هلال در هنگام غروب خورشید بسیار کم باشد و روشنایی افـق غربـی بـه دلیل پراکندگی نور خورشید در حال غروب به حدی باشد که روشنایی زمینهٔ آسمان از روشنایی هـلال بیـشتر گـردد، هلال رؤیت نخواهد شد. روشنایی زمینه آسمان خود به عوامل مختلفی نظیر فشار جو، دما، رطوبـت، چگـالی ذرات و غبار موجود در محل افق در جو، مسافتی که پرتوهای نور ماه در لایه‌های جو طی می‌کنند، فاصـله بـین مـاه و زمـین، فاصله بین خورشید و زمین و غیـره بـستگی دارد [۳]. یکـی از راههـای تفکیـک هـلال از زمینـه آسـمان، اسـتفاده از شیوه‌های پردازش تصویر است. شکل (۱) تعدادی از این شیوه‌ها را که در برخی نرم‌افزارهـای گرافیکـی در دسـترس هستند، نشان می‌دهد.



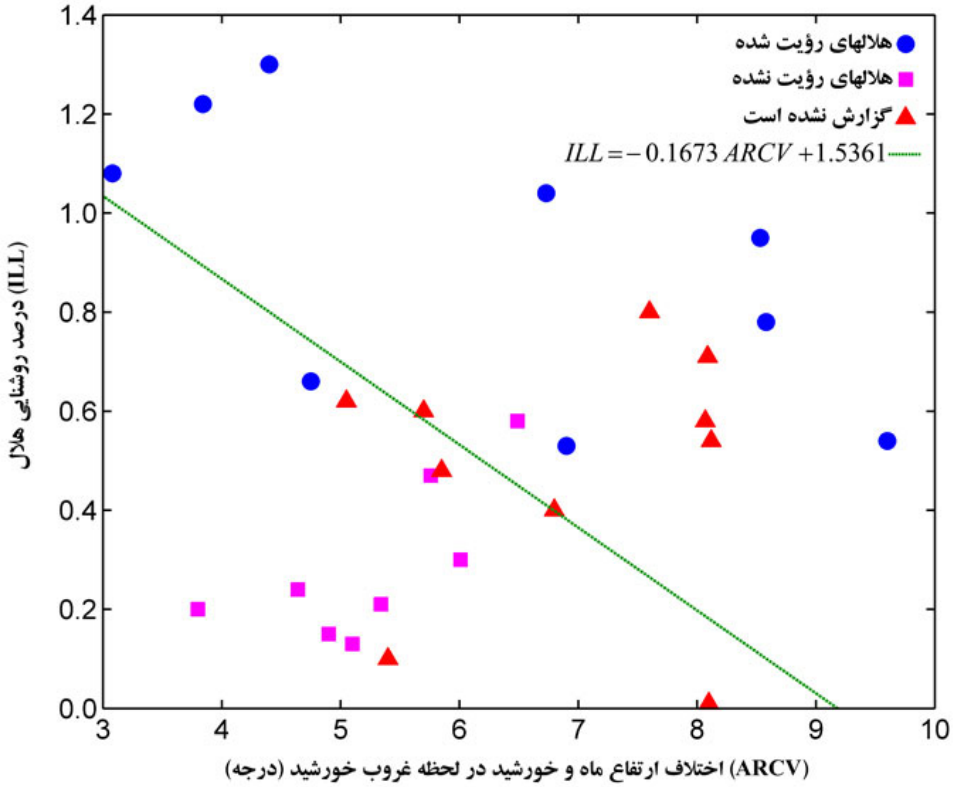
شکل (۱): از راست به چپ: تصویر بدون پردازش، افزایش تباین، رنگ‌آمیزی کاذب، نقشه پربندی

از آنجا که در حال حاضر ملاک آغاز هر ماه قمری در تقویم رسمی کشور، رؤیت با چشم مسلح می‌باشد، با استفاده از برخی داده‌های حاصل از مرجع [٤] و همچنین رؤیتهای انجام شده در مدت سه سال توسط نگارندگان و نیز داده‌های مندرج در جدول (۱)، نمودار شکل (۲) حاصل می‌شود که در آن درصد روشنایی هلال برحسب اختلاف ارتفاع ماه و خورشید در زمان غروب خورشید نشان داده شده است. علت استفاده از درصد روشنایی هلال در این مقاله به عنوان معیاری برای بررسی رؤیت‌پذیری هلال، داده‌های ردیف سه و چهار جدول (۱) می‌باشد این دو رصد

مربوط به هلالهایی با اختلاف ارتفاع بسیار کم با خورشید می‌باشند که اگر درصد روشنایی آنها کمتر از مقدار مشخص شده در جدول بود به هیچ عنوان امکان مشاهده آنها میسر نمی‌گشت. شاهد این ادعا نیز عدم وجود گزارشی دال بر مشاهده چنین هلالهایی حتی با ابزار اپتیکی است.

| رصدگر | تاریخ رصد | ارتفاع هلال ماه در هنگام غروب خورشید | درصد روشنایی هلال | ابزار |
|---|---|---|---|---|
| علیرضا موحدنژاد | ۸۰/۵/۲۸ | ٦/۹ درجه | ۰/۵۳ | دوربین دوچشمی ٤۰ در ۱۵۰ |
| سید محسن قاضی میرسعید | ۸۱/٦/۱٦ | ٦/۹ درجه | ۰/۵۳ | دوربین دوچشمی ٤۰ در ۱۵۰ |
| علیرضا بوژمهرانی | ۸٤/۹/۱۱ | ٤/٤ درجه | ۱/۳ | دوربین دوچشمی ۱۵ در ۷۰ |
| محمد مهدی مطیعی | ۸٦/٦/۲۱ | ۳/۱ درجه | ۱/۱ | تلسکوپ شکستی ۱۲ سانتی‌متری |

جدول (۱): ارتفاع هنگام غروب خورشید و درصد روشنایی هلالهای رؤیت شده توسط رصدگران ایرانی




شکل (۲): درصد روشنایی هلال برحسب اختلاف ارتفاع ماه و خورشید در هنگام غروب خورشید

در شکل (۲) معادله خط ترسیم شده $ILL = -0.1673\,ARCV + 1.5361$ می‌باشد که مرز بین هلالهای رؤیت‌پذیر و هلالهای رؤیت ناپذیر را نشان می‌دهد. هلالهایی که با توجه به مختصاتشان، در بخش بالا و راستِ خط واقع شوند قابل مشاهده می‌باشند و هلالهای دیگر غیر قابل مشاهده هستند. بدیهی است هر چه هلالِ قابل مشاهده به خط نزدیکتر باشد، برای مشاهده آن ابزار اپتیکی قویتر و شرایط جوی مساعدتری لازم است. در پایان لازم به ذکر است که این خط مرز قطعی جداکننده هلالهای رؤیت‌پذیر و رؤیت‌ناپذیر نیست و با مشاهدات دقیقتر و گزارشات بیشتر می‌تواند اصلاح شود.

## مراجع

[۱] ستاره‌شناسی عملی با ماشین حساب، تألیف پیتر دوفت اسمیت، ترجمه سید احمد سیدی نوقابی، معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی، ویرایش دوم، ۱۳۶۵.

[2]. Crescent Moon Visibility and the Islamic Calendar, U.S. Naval Observatory, Astronomical Applications Department, webpage,
http://aa.usno.navy.mil/faq/docs/islamic.html

[3] FREQUENTLY ASKED QUESTIONS ON MOON-SIGHTING, webpage, http://moonsighting.com/faq_ms.html

[4] Odeh, M.Sh., (2004), New criterion for lunar crescent visibility, *Experimental Astronomy,* **18**, 39-64.