

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین خط رؤیت‌پذیری هلال با چشم مسلح

علیرضا بوژمهرانی

مدیر پایگاه اطلاع‌رسانی کمان آسمانی

(پایگاه تخصصی رؤیت هلال ماه در ایران)

چکیده

یافتن معیاری برای پیش‌بینی رؤیت‌پذیری یا رؤیت‌ناپذیری هلال جوان، همواره از اهداف عمده دانشمندان و رصدگران متخصص در حیطه رؤیت هلال بوده و هست و تاکنون نظریات مختلفی در این باره به توسط پژوهشگران این زمینه مطرح شده است که معیار یالوپ از زمره آنها است. وی با مطالعه روی معیارهای قبلی و بررسی ۲۹۵ گزارش رصد هلال اول ماه که شیفر آنها را جمع‌آوری و منتشر ساخته، معیار خود را ارائه کرده است. از زمان ارائه آن تاکنون، چند رصد موفق در مناطقی که مطابق معیار مذکور، هلال در آنها رؤیت‌ناپذیر بوده انجام شده است. البته نتایج آن رصدها باعث می‌شود تا بازنگری در معیار

یالوپ برای تعیین محدوده تغییرات ضابطه «q» و اظهار نظر درباره چگونگی رؤیت پذیری یا رؤیت ناپذیری هلال، ضروری به نظر آید.

واژه‌های کلیدی: حدّ نهایی ضابطه «q»، معیار یالوپ، خط رؤیت پذیری هلال، عرض دایره البروجی ماه، مرز مناطق رؤیت پذیر و رؤیت ناپذیر و تجدید نظر در معیار یالوپ.

مقدمه

برنارد یالوپ، اخترشناس رصدخانه سلطنتی گرینیچ انگلستان، در سال‌های ۱۹۹۷-۱۹۹۸ م معیاری برای رؤیت پذیری هلال وضع کرد. در این معیار که بر مبنای سه نظریه ماوندرا^۱ (۱۹۱۱ م)، سالنمای اخترشناسی هندی^۲ (۱۹۹۶ م) و برویین^۳ (۱۹۷۷ م) استوار است مقدار ضابطه «q» (برای زمانی که از هنگام غروب خورشید به میزان چهارنهم مدت مکث ماه سپری شده باشد) چنین محاسبه می‌شود:

$$q = (ARCV - (118371 - 63226w + 0.7319w^2 - 0.1018w^3)) / 10$$

که در آن W معرف ضخامت هلال در دستگاه مکان مرکزی، و ARCV مبین اختلاف ارتفاع ماه و خورشید در دستگاه زمین مرکزی (با صرف نظر کردن از پدیده شکست نور در جو) است.

1. Maunder

2. The Indian Astronomical Ephemeris

3. Bruin

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

معیار مذکور بر اساس میزان محاسبه شده ضابطه «q»، وضع رؤیت پذیری هلال را مطابق جدول ۱ مورد بررسی قرار می دهد.

جدول ۱. محدوده امکان مشاهده هلال، بر اساس ضابطه «q»

| ناحیه | محدوده «q» | ملاحظات (امکان رؤیت پذیری هلال) | مشخصه رؤیت پذیری |
|-------|--------------------------|---|------------------|
| A | $q > +0.216$ | براحتی رؤیت می شود ($ARCL \geq 12^\circ$). | V |
| B | $+0.114 < q \leq +0.216$ | در صورت مناسب بودن شرایط رصدی (مکانی و جوی) با چشم غیر مسلح مشاهده می شود. | V(V) |
| C | $-0.160 < q \leq -0.114$ | با کمک ابزار نوری قابل رؤیت، و با چشم غیر مسلح محتمل است. | V(F) |
| D | $-0.232 < q \leq -0.160$ | ننها با کمک ابزار نوری رؤیت پذیر است. | I(V) |
| E | $-0.293 < q \leq -0.232$ | فاصله زاویه‌ای از حد دایرون بیشتر است ($ARCL \leq 8.5^\circ$) ولی قابل مشاهده نیست. | I(I) |
| F | $q \leq -0.293$ | فاصله زاویه‌ای از حد دایرون کمتر است ($ARCL \leq 8^\circ$) و رؤیت پذیر نیست. | I |

معیار یالوپ سه تفاوت عمده با معیارهای پیشین خود دارد:

- تقریباً در تمامی معاییر قبلی، محاسبه مختصات ماه برای لحظه غروب خورشید انجام می شود در صورتی که در این معیار محاسبات برای هنگامی صورت می گیرد که زمانی معادل چهارنهم مدت مکث ماه گذشته باشد؛
- در کلیه معیارهای پیشین، محاسبات فقط در یک دستگاه مختصات انجام می گرفت در حالی که در معیار یالوپ از هر دو دستگاه زمین مرکزی و مکان مرکزی استفاده می شود؛

در هیچ یک از معاییر قبلی، اوج و حضیض مداری ماه لحاظ نمی شد اما در معیار مورد بحث با در نظر گرفتن ضخامت هلال، عملاً به این مشخصه نیز توجه شده است.

برای بررسی صحت و دقت معیار یالوپ، همانند سایر نظریه های علم فیزیک، باید آن را در میدان عمل و با انجام رصدهای متعدد آزمود. از این روی، در مقاله حاضر کوشش شده است تا با استفاده از چندین گزارش مستند و معتبر رصدی، به بحث و بررسی درباره دقت معیار مذکور برای تعیین مرز بین نواحی D و E (یا مرز رؤیت پذیری و رؤیت ناپذیری هلال با چشم مسلح) پرداخته شود.

شرح مسأله

از ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۵ م / ۱۳۹۲ تا ۱۴۱۶ هـ، ۱۲ رصد بسیار مهم با چشم مسلح، به شرح فهرست، انجام شده که مورد تأیید کارشناسان و خبرگان فن نیز قرار گرفته است.

۱. هلال صفر ۱۳۹۲ به توسط موران؛^۱
- ۲ تا ۵. هلال شوال ۱۴۰۹ به توسط ویکتور،^۲ هنفلد،^۳ پیرس^۴ و پیرسن؛^۵
۶. هلال شعبان ۱۴۱۰ به توسط پیرس؛^۶

1. Moran

2. R. C. Victor

3. T. Hunefeld

4. D. Pearce

5. Pearson

6. Pierce

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

۷ و ۸. هلال ذوالقعدة ۱۴۱۰ به توسط بچ^۱ و بیدا^۲

۹. هلال شعبان ۱۴۱۵ به توسط شوار^۳؛

۱۰ تا ۱۲. هلال رمضان ۱۴۱۶ به توسط استم^۴، شوار و پاچیک^۵.

مختصات هلال‌های مذکور در لحظه غروب خورشید مکان ناظر به شرح

جدول ۲ است.

با رصد هلال رمضان ۱۴۱۶ به توسط استم، شوار و پاچیک، رتبه‌های

جهانی اول تا سوم رصد جوان‌ترین هلال نیز به آنان اختصاص یافت. رصدهای

مذکور، بر مبنای ضابطه «q»، مطابق جدول ۳ طبقه‌بندی شده است.

در این جدول مشاهده می‌شود که استم جای خود را به پایرس داد.

پایرس نیز با انجام رصد هلال شعبان ۱۴۱۰ توانست چهار رتبه جهانی

کمترین فاصله زاویه‌ای، کمترین فاز، نازک‌ترین هلال و کمترین طول کمان را

از آن خود سازد؛ رتبه‌های چشمگیری که پس از ۱۴ سال، همچنان دو مورد

آن به نام وی ثبت است. با مذاقه در مختصات هلال رصدهای دوازده‌گانه

مذکور، این نکات مهم روشن می‌شود:

– جز هلال شعبان ۱۴۱۰ تقریباً در بقیه موارد ماه در بیشترین حد عرض

دایرة البروجی شمالی خود قرار داشت. این هلال همچنین دارای عرض

شمالی بود، و البته نه در بیشینه ممکن. این موضوعات باعث می‌شود که

هلال، علی‌رغم بسیار جوان بودن، دارای ارتفاع مناسبی در زمان غروب

1. C. Bach

2. Bieda

3. P. Schwaar

4. J. Stamm

5. D. Patchick

جدول ۳. رده‌بندی رصدهای ۱۲ گانه بین سال‌های
۱۹۷۴-۱۹۹۵ م، بر اساس ضابطه «ق»

| راصد | q |
|--------|---------|
| پیرسن | - ۰٫۰۵۳ |
| بیدا | - ۰٫۰۵۴ |
| موران | - ۰٫۱۱۰ |
| هنفلد | - ۰٫۱۲۸ |
| ویکتور | - ۰٫۱۳۳ |
| پیرس | - ۰٫۱۴۶ |
| شوار | - ۰٫۱۵۳ |
| بیچ | - ۰٫۱۶۴ |
| پاچیک | - ۰٫۱۸۴ |
| شوار | - ۰٫۲۰۸ |
| استم | - ۰٫۲۱۹ |
| پایرس | - ۰٫۲۲۲ |

خورشید باشد؛ ضابطه‌ای که برای رؤیت‌پذیری هلال از ضوابط بسیار مهم و تعیین‌کننده است.

— در همه رصدها، ماه به هنگام غروب خورشید در حوض مدار خود یا نزدیک به آن بوده است.

البته ناگفته نماند که ارتفاع بالا و مدت مکث زیاد ماه در رصدهای

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

مذکور باعث شده است تا رتبه کمترین مقدار ضابطه «q» (= ۰.۲۲۲ -) به رصد پاپرس تعلق گیرد که این مقدار هنوز اندکی تا مرز پیشنهادی یالوپ برای رؤیت پذیری هلال فاصله دارد. بدون شک وجود چنین گزارش‌های مستند و پذیرفته شده‌ای که در همگی آنها میزان محاسبه شده ضابطه «q» بیش از حد یالوپ است، اسناد محکم و معتبری برای اثبات صحت نظریه این منجم در تعیین مرز نهایی رؤیت پذیری هلال محسوب می‌شود.

گزارش‌های گردآمده شفر^۱ تنها متعلق به هلال‌های دیده شده نبود بلکه تعدادی از آنها وابسته به رصدهایی بود که منتهی به مشاهده هلال نشد. از بین گزارش‌ها، سه گزارش رصد هلال‌های محرم و ربیع‌الاول ۱۴۰۵ (به توسط مک‌پارتلن^۲) و هلال شعبان همین سال (به توسط استم) که مختصات آنها در جدول ۴ مشاهده می‌شود از اهمیت بسیار برخوردار است.

پیش از هلال رمضان ۱۴۱۶ (رصد رتبه آور استم) یک فرصت رصدی کم‌نظیر و استثنایی در کشور ما برای سید محسن قاضی میرسعید ایجاد شد که به دلیل فقدان ابزار مناسب، وی موفق به رؤیت آن هلال نشد. این فرصت نادر به هلال شعبان ۱۴۱۶ (یعنی یک ماه قبل از رتبه‌آوری استم) باز می‌گردد. قاضی میرسعید در عین حال که اوضاع جوئی محل رصد خود را بسیار مساعد گزارش کرده، مختصات هلال مورد نظر را در زمان غروب خورشید

1. B. E. Shaefer

2. McPartlan

مکان ناظر به شرح جدول ۵ بیان داشته است.

جدول ۴. مختصات هلال‌های محرم، ربیع‌الاول و شعبان ۱۴۰۵ در زمان غروب خورشید مکان ناظر

| راصد | مک پارتلن (۲۷۱) | مک پارتلن (۲۷۵) | استم (۲۶۶) |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| مکان | ۱۵:۳۶N ۳۵:۳۶E | ۱۵:۳۶N ۳۵:۳۶E | ۳۷:۱۲N ۸۴:۰۶W |
| زمان | ۱۹۸۴/۰۹/۲۵ | ۱۹۸۴/۱۱/۲۳ | ۱۹۸۵/۰۴/۲۰ |
| منطقه زمانی (ساعت) | +۲ | +۲ | -۵ |
| ارتفاع هلال | ۶ر۴۰۸ | ۵ر۶۸۲ | ۶ر۲۵۷ |
| فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید | ۷ر۲۹۹ | ۸ر۲۹۱ | ۷ر۷۴۶ |
| فاز ماه (درصد) | ۰ر۵۲ | ۰ر۶۳ | ۰ر۵۶ |
| ضخامت بخش میانی هلال | ۰ر۱۴ | ۰ر۱۷ | ۰ر۱۳ |
| طول کمان | ۴۵ | ۶۷ | ۵۳ |
| فاصله زمین تا ماه | ۳۵۷۲۴۷ر۰۴ | ۳۶۸۴۸۷ر۰۴ | ۴۰۵۹۹۹ر۶۸ |
| اختلاف سمت ماه و خورشید | -۱ر۶۳۹ | -۵ر۳۰۹ | -۳ر۴۰۷ |
| سن هلال | ۱۳ ^h ۲۱ [′] | ۱۶ ^h ۰۷ [′] | ۱۸ ^h ۵۴ [′] |
| مکت هلال | ۳۰ [′] ۲۹ [″] | ۳۰ [′] ۲۲ [″] | ۳۷ [′] ۱۷ [″] |
| مقدار ضابطه «۹» | -۰ر۲۴۸ | -۰ر۲۹۶ | -۰ر۲۸۷ |
| رده «۹» | E | E | E |
| عرض دایره البروجی ماه | ۰۳ ۵۰ ۱۰ [°] N | ۰۱ ۱۱ ۴۹ [°] S | ۰۰ ۴۸ ۲۸ [°] S |



نقدی بر معیار برنارد یا لوپ در تعیین...

جدول ۵. مختصات هلال شعبان ۱۴۱۵ به روایت

سید محسن قاضی میرسعید

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| مکان | ۳۶:۰۸N ۵۰:۴۰E |
| زمان | ۱۹۹۵/۱۲/۲۲ |
| منطقه زمانی (ساعت) | +۳ر۵ |
| ارتفاع هلال | ۶ر۴۳۰ |
| فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید | ۷ر۱۵۱ |
| فاز ماه (درصد) | ۰ر۵۱ |
| ضخامت بخش میانی هلال | ۰ر۱۳ |
| طول کمان | ۴۱ |
| فاصله زمین تا ماه | ۳۵۶۸۳۸ر۴۰ |
| اختلاف سمت ماه و خورشید | -۰ر۴۵۶ |
| سن هلال | ۱۱ ^{هـ} ۰۴ ^ق |
| مکت هلال | ۴۱ ^د ۱۶ ^د |
| مقدار ضابطه «q» | -۰ر۲۴۴ |
| رده «q» | E |
| عرض دایره البروجی ماه | ۰۴ ۴۸ ۵۵ ^د N |

شاید تا چند دهه دیگر چنین هلال جوانی در ایران رخ‌نمایی نکند. چه به‌رغم آنکه در زمان غروب خورشید فقط ۱۱ ساعت و چهار دقیقه از مقارنه

این هلال سپری شده بود، عرض دایرة البروجی شمالی ماه (که نزدیک به بیشترین حد خود بود) باعث شد تا هلال به میزان 64.3° درجه از افق ارتفاع بگیرد و مشاهده گردید که این ارتفاع، مکث بیش از 41 دقیقه‌ای هلال را نیز به دنبال داشت. نکته حایز توجه این که فاصله زاویه‌ای این هلال اندکی بیشتر از حد آندره دانژون^۱ بود و به احتمال بسیار زیاد قاضی میرسعید در صورت استفاده از یک دوربین دوچشمی قدرتمند یا یک تلسکوپ مناسب، می‌توانست آن را مشاهده کند و رتبه‌ای بی نظیر از خود به جا گذارد. البته او توانست هلال محرم 1418 را با موفقیت رصد نماید که متأسفانه گزارش آن برای مراکز معتبر علمی خارج از کشور ارسال نشد. گفتنی است مختصات هلال مذکور در لحظه غروب خورشید مکان ناظر، مطابق جدول ۶ است.

در باره هلال شعبان 1416 ، بدان سبب که در ایران رؤیت نشد، بحثی نمی‌کنیم اما رصد هلال محرم 1418 به توسط سید محسن قاضی میرسعید (نیز به توسط نگارنده)، حایز نکته‌ای درخور توجه است. به این دلیل که هرچند سن هلال در زمان غروب خورشید با رتبه جهانی فاصله زیادی داشت، اما مقدار ضابطه «q»ی آن معادل 0.233 - بود که مطابق معیار یالوپ در منطقه E قرار گرفته و قابل مشاهده نبوده است. به هر تقدیر اگر گزارش این رصد برای مراجع علمی ارسال می‌شد و یالوپ نیز شناخت کافی در باره دقت قاضی میرسعید و تجربه بالای وی در زمینه رصد هلال‌های

1. A. Denjon

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

جدول ۶. مختصات هلال محرم ۱۴۱۸ در لحظه
غروب خورشید مکان ناظر

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ۳۵:۵۸ N | مکان |
| ۵۰:۴۷ E | |
| ۱۹۹۷/۰۵/۰۷ | زمان |
| +۳ر۵ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۶ر۰۳۲ | ارتفاع هلال |
| ۱۰ر۳۶۰ | فاصله زاویه ای ماه و خورشید |
| ۰ر۹۲ | فاز ماه (درصد) |
| ۰ر۲۶ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۱۰۶ | طول کمان |
| ۳۷۶۱۹۴ر۰۵ | فاصله زمین تا ماه |
| -۷ر۸۸۸ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۸ ^h ۴۲ ^m | سن هلال |
| ۳۶ ^m ۰۷ ^s | مکث هلال |
| -۰ر۲۳۳ | مقدار ضابطه «q» |
| E | رده «q» |
| ۰۴ ۲۵ ۰۵ S | عرض دایره البروجی ماه |

جوان می داشت در زمان ارائه معیار، به طور قطع در باره حد نهایی ضابطه «q» برای رؤیت پذیری هلال با چشم مسلح تجدید نظر می کرد؛ گرچه به

هنگام ارائه آن معیار، تقریباً تمامی گزارش‌های گردآمده به توسط شِفر و نیز گزارش‌های موجود در ذخیره اطلاعاتی پایگاه رایانه‌ای رصدخانه اخترشناسی افریقای جنوبی در باره رصد هلال با چشم مسلح، با آن انطباق داشته است.

گزارش شش رصد مهم در اولین سال‌های قرن بیست و یکم

بعد از رصد موفق هلال محرّم ۱۴۱۸، گزارش شش رصد موفقیت‌آمیز دیگر نیز در اختیار است که دقت معیار یالوپ را در زمینه تعیین مرز مناطق D و E (مرز رؤیت‌پذیری و رؤیت‌ناپذیری هلال با چشم مسلح) به چالش می‌کشد. چه این شش رصد در حالی با چشم مسلح انجام شده که مقدار ضابطه «q»ی هلال‌ها از حدّ نهایی تعیین شده در معیار یالوپ کمتر بوده است. رصدهای مورد بحث به ترتیب عبارت است از: رصد هلال شوال ۱۴۲۰ (به توسط نگارنده)؛ رصد هلال جمادی‌الثانیة ۱۴۲۲ (به توسط علیرضا موحدنژاد)؛ رصد هلال رجب ۱۴۲۳ (به توسط سیّد محسن قاضی میرسعید)؛ رصد هلال رمضان ۱۴۲۳ (به توسط نگارنده)؛ رصد هلال ذوالحجّة ۱۴۲۴ (به توسط نگارنده)؛ و رصد هلال صفر ۱۴۲۵ (به توسط طارق کاتب^۱ از کشور اردن هاشمی).

اینک به بررسی وضع رؤیت‌پذیری و مختصات هر یک از هلال‌های مذکور می‌پردازیم.

1. Tarek Katbe

هلال سؤال ۱۴۲۰

گروه رصدی پنج‌نفره مرکز آموزش نجوم ادیب اصفهان برای رصد این هلال به منطقه کوهپایه‌ای شرق اصفهان اعزام شد. رصدگاه انتخاب شده در شمال باتلاق گاوخونی قرار داشت که محیطی کویری بود. انتخاب این محل از آن روی صورت گرفت که از افق مناسبی در سمت غرب (با موانع طبیعی جزئی) برخوردار است. ترکیب پنج‌نفره گروه عبارت از عباس احمدیان، علی فروغی، علیرضا بوژمهرانی، لاله عزیزی و خانم ملکی بود و در این برنامه جز خانم ملکی، بقیه اعضا رؤیت هلال را اعلام کردند (به این ترتیب: احمدیان، عزیزی، فروغی و بوژمهرانی). احمدیان ۱۶ دقیقه پس از غروب خورشید هلال را مشاهده کرد و یک دقیقه بعد عزیزی ادعای وی را تأیید نمود. اما تلاش نگارنده و فروغی برای مشاهده هلال نتیجه‌ای نداد تا اینکه فروغی ۲۹ دقیقه پس از غروب خورشید، آن را رؤیت کرد و نگارنده نیز دقیقه‌ای پس از او موفق به مشاهده آن گردید. هلال مورد نظر به صورتی سه‌تکه در میدان دید دوربین ۱۲×۷۰ نگارنده دیده شد، به گونه‌ای که بخش میانی آن ضخیم‌تر می‌نمود و با وضوح بیشتری دیده می‌شد.

این گزارش را رصدخانه اخترشناسی افریقای جنوبی پذیرفت و جزئیات آن در بایگانی اطلاعاتی پایگاه رایانه‌ای این رصدخانه ثبت شد.

مختصات هلال مذکور به شرح جدول ۷ است.



جدول ۷. مشخصات هلال شوال ۱۴۲۰

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| علیرضا بوژمهرانی | راصد |
| ۳۲:۴۲N ۵۲:۲۰E | مکان |
| ۲۰۰۰/۰۱/۰۷ | زمان |
| +۳ر۵ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۶۵۲۸ | ارتفاع هلال |
| ۸۰۴۸ | فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید |
| ۰ر۶۰ | فاز ماه (درصد) |
| ۰ر۱۵ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۶۱ | طول کمان |
| ۴۰۳۳۶ر۲۴ | فاصله زمین تا ماه |
| -۳ر۵۳۰ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۹ ^b ۲۶ ⁻ | سن هلال |
| ۳۹ ⁻ ۵۴ ⁺ | مکت هلال |
| -۰ر۲۳۶ | مقدار ضابطه «۹» |
| E | رده «۹» |
| ۰۰ ۴۵ ۳۹ N | عرض دایره البروجی ماه |

هلال جمادی‌الثانیة ۱۴۲۲

علیرضا موحدنژاد، حمیدرضا گیاهی یزدی و امیر حسن‌زاده برای رصد هلال جمادی‌الثانیة ۱۴۲۲ به منطقه باغابیر در استان کرمان عزیمت کردند و تنها موحدنژاد و گیاهی یزدی موفق به رؤیت آن هلال بسیار جوان شدند. قدری بداقبالی موجب شد تا آنان نتوانند در آن زمان رتبه جیمز استم را

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

پشت سرگذارند، اما با این رصد موفقیت آمیز توفیق یافتند علاوه بر به دست آوردن حد نصاب جدید جهانی در قسمت کمترین میزان فاصله زاویه ای ماه و خورشید، برای دومین بار نظریه (معیار) یالوپ را به چالش کشند؛ هرچند از قبل برنامه ای در این باره نداشته اند.

میزان ضابطه «q»ی این هلال معادل ۰٫۲۷۷- بود که اولاً به مقدار ۰٫۴۶ ر ۰ از حد یالوپ کمتر است، درثانی کمترین میزان «q» در رصدهای تأیید شده تا به امروز محسوب می شود. مختصات هلال مورد بحث به شرح جدول ۸ است.

جدول ۸. مشخصات هلال جمادی الثانیة ۱۴۲۲

| عیرضا موحد نژاد | راصد |
|------------------|-----------------------------|
| ۲۹:۲۷N ۵۶:۴۵E | مکان |
| ۲۰۰۱/۰۸/۱۹ | زمان |
| +۳ر۵ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۶ر۱۶۹ | ارتفاع هلال |
| ۷ر۳۷۱ | فاصله زاویه ای ماه و خورشید |
| ۰ر۵۳ | فاز ماه (درصد) |
| ۰ر۱۴ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۴۶ | طول کمان |
| ۳۵۷۳۱۲٫۲۴ | فاصله زمین تا ماه |
| -۲ر۶۷۴ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۱° ۵۴' | سن هلال |
| ۲۳° ۳۶' | مکت هلال |
| - ۰٫۲۷۷ | مقدار ضابطه «q» |
| E | رده «q» |
| ۰۴ ۲۱' ۴۸" N | عرض دایره البروجی ماه |



البته نکته دیگری که باید در اینجا به آن توجه کرد این که در این رصد مهم نیز ماه در حضيض مداری خود قرار داشت و عرض دایرة البروجی آن نزدیک به بیشترین حدّ عرض شمالی بود.

هلال رتبه آور رجب ۱۴۲۳

محمدرضا صبیاد و سید محسن قاضی میرسعید به همراه گروهی از راصدان کشور، از جمله امیر حسن زاده، احمدرضا کریمی، علی فروغی، رضا امیرزاده و سعید دوست محمدی، برای رصد این هلال به منطقه زرنند در استان کرمان عزیمت کردند که تنها قاضی میرسعید موفق شد ضمن مشاهده آن هلال بسیار جوان، رتبه جهانی سنّ هلال را نیز به نام خود ثبت کند. گفتنی است موضع جغرافیایی دقیق محل رصد، روستای رشک بالا (در ۳۲ کیلومتری شمال غربی زرنند) با عرض جغرافیایی ۳۱٫۰۴، طول جغرافیایی ۵۶٫۲۸ ارتفاع ۲۱۱۰ متری از سطح دریا بود. هوای منطقه تا قبل از غروب خورشید صاف و قسمت غربی آن کمی غبارآلود می نمود و هنگام غروب خورشید، افق تا یک درجه و ۳۰ دقیقه قوسی ابری بود و وزش باد نسبتاً شدید نیز به جابه جایی ابرها کمک می کرد. قاضی میرسعید در نهایت توانست هلال جوان را در ساعت ۱۹ و ۲۱ دقیقه با یک دستگاه دوربین ۴۰×۱۵۰ صایران مشاهده کند.

این رصد ارزشمند به توسط مجله *Sky & Telescope* تأیید شد و گزارش ارساد نیز در شماره فوریه ۲۰۰۴ آن درج گردید. با انجام این رصد، همچنین رتبه کمترین فاصله زاویه ای ماه و خورشید که به علیرضا موحدنژاد تعلق



نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

داشت به نام قاضی میرسعید ثبت شد. مقدار ضابطه «q» در این مورد ۰۲۷۲- بود که البته نشان می‌دهد به رصد موحدنژاد خیلی نزدیک بوده است. مشخصات هلال رجب ۱۴۲۳ به شرح جدول ۹ است.

جدول ۹. مشخصات هلال رجب ۱۴۲۳

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| ۳۱:۰۴ N | مکان |
| ۵۶:۲۸ E | |
| ۲۰۰۲/۰۹/۰۷ | زمان |
| +۳ر۵ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۶ر۲۲۱ | ارتفاع هلال |
| ۷ر۳۵۹ | فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید |
| ۰ر۵۳ | فاز ماه (درصد) |
| ۰ر۱۴ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۴۶ | طول کمان |
| ۳۵۹۰۲۲ر۵۵ | فاصله زمین تا ماه |
| -۲ر۵۰۰ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۱ ^h ۲۰ ^m | سن هلال |
| ۳۳ ^h ۲۶ ^m | مکث هلال |
| -۰ر۲۷۲ | مقدار ضابطه «q» |
| E | رده «q» |
| ۰۴ ۵۷ ^h ۰۰ ^m N | عرض دایره البروجی ماه |



در اینجا نیز ماه در حوض مداری خود قرار داشت و عرض دایرة البروجی آن نزدیک به بیشینه حدّ عرض شمالی بود.

هلال رمضان ۱۴۲۳

این هلال به توسط نگارنده در منطقه همایجان شیراز رصد شد. البته چند تن دیگر از جمله موسی زمانی، زیبا زمانی و جمعی از دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی (واحد شیراز) نیز حضور داشتند که از این جمع تنها نگارنده موفق به رؤیت هلال شد. محل استقرار ما در فاصله حدود ۱۰ کیلومتری سپیدان بود. در غرب این منطقه دشت وسیعی قرار داشت که کوه‌هایی در افق، به قدر نیم درجه از آن را می‌پوشاند. مختصات جغرافیایی پایگاه ما عبارت بود از: عرض ۳۰ درجه و پنج دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و شش دقیقه شرقی با ۲۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریاهاى آزاد.

افق با لایه‌های رنگارنگی از ابرهای ضخیم و رقیق در آسمانی به رنگ آبی تزیین شده بود و دو لایه آسمان افق غربی صاف بوضوح دیده می‌شد؛ یک لایه در ارتفاع حدود شش درجه که هلال در زمان غروب خورشید در آنجا استقرار می‌یافت و لایه بعدی که در ارتفاع دو - سه درجه قرار داشت. خورشید در ساعت ۱۷ و نه دقیقه غروب کرد ولی نرم‌افزار ما زمان غروب را ۱۷ و ۱۱ دقیقه نشان می‌داد و این تفاوت دودقیقه‌ای ناشی از ارتفاع نیم‌درجه‌ای کوه‌ها بود. پس از ثبت زمان غروب خورشید، نگارنده ابتدا از افق عکس گرفت و آن‌گاه رصد هلال را آغاز کرد. هنگام غروب خورشید با



نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

اینکه هلال در بخش صاف آسمان قرار داشت، اما به سبب روشنی هوا این اطمینان حاصل بود که مشاهده نمی‌شود. در زیر آن بخش صاف، لایه‌هایی از ابرهای رقیق دیده می‌شد که به نگارنده نوید می‌داد چنانچه هلال بخواد رخ بنمایاند لاجرم باید در همین لایه پایینی در انتظار شکار آن بود. لذا در همین حال که نویسنده مقاله بدقت در این لایه غور می‌کرد، ناگهان هلال را با دوربین ۱۲×۷۰ خود مشاهده کرد. ضخامت آن عجیب می‌نمود و نمی‌شد آن را یک هلال باریک نامید. ساعت دقیقاً ۱۷ و ۳۱ دقیقه بود و از زمان غروب خورشید ۲۲ دقیقه سپری می‌شد. البته گفتنی است تلاش همراهان نگارنده که مجهز به دوربین‌های ۷×۵۰ و ۸×۳۰ بودند برای رؤیت این هلال ثمری نبخشید.

مختصات هلال مشاهده شده به توسط نویسنده مقاله به شرح جدول ۱۰ است.

گفتنی است هلال رمضان ۱۴۲۳ را اسدالله خدام محمدی - از راصدان باتجربه کشور - نیز در شیراز رصد کرده که البته بر اساس معیار یالوپ، در محل استقرار وی هلال باکمک ابزار قابل رؤیت بوده است.

هلال ذوالحجّه ۱۴۲۴

نگارنده به همراه علی فروغی، داریوش ذوالفقاری، رضا امیرزاده و محمدمهدی یزدی‌زاده، برای رصد این هلال به ارتفاعات مشرف به شهر بردسیر واقع در استان کرمان رفتیم که در یک شرایط جوّی بسیار عالی با استفاده از دوربین دوچشمی ۱۵×۸۰ به عنوان اولین فرد از گروه موفق به

جدول ۱۰. مشخصات هلال رمضان ۱۴۲۳

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ۳۰:۰۵N | مکان |
| ۵۲:۰۶E | |
| ۲۰۰۲/۱۱/۰۵ | زمان |
| +۳ر۵ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۵۹۶۳ | ارتفاع هلال |
| ۹۳۶۱ | فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید |
| ۰ر۷۸ | فاز ماه (درصد) |
| ۰ر۲۲ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۹۰ | طول کمان |
| ۳۶۰۳۸۰ر۲۵ | فاصله زمین تا ماه |
| -۶ر۵۸۸ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۷ ^h ۰۷ ^m | سن هلال |
| ۳۴ [°] ۱۶ ['] | مکش هلال |
| - ۰ر۲۳۳ | مقدار ضابطه «۹» |
| E | رده «۹» |
| ۰۱ ۲۶ ۰۱ ^h N | عرض دایره البروجی ماه |

رؤیت آن شدم. سپس سایر همراهان توفیق مشاهده آن را یافتند. شروع عملیات رصد از این قرار است که مقارن روز پنج‌شنبه دوم بهمن ۲۹/۱۳۸۲ ذوالحجّه ۱۴۲۴/۲۲ ژانویه ۲۰۰۴ در رصدگاه مشیز (کوه سرخ) واقع در کنار

نقدی بر معیار برنارد یا لوپ در تعیین...

جاده کرمان - بردسیر - سیرجان (پنج کیلومتری شمال بردسیر) حاضر شدیم. عرض جغرافیایی محل رصد ۲۹ درجه و ۵۹٫۶۴ دقیقه شمالی، طول آن ۵۶ درجه و ۴۳٫۱۵ دقیقه شرقی، ارتفاع محل رصد از سطح دریا ۷۵۱۲ فوت (تقریباً معادل ۲۵۰۰ متر) و ارتفاع موانع در افق غربی (در محل غروب خورشید) برابر با ۰٫۲ درجه بود. البته تا ۲۰ دقیقه قبل از غروب خورشید، ابرهای پراکنده از نوع سیروس در افق غربی مشاهده می‌شد در حالی که چند دقیقه پیش از غروب، آسمان پاک و شفاف و عاری از هرگونه غبار یا ابر شد. همه راصدان یک ساعت قبل از غروب آفتاب در محل رصد حاضر شدند. تجهیزاتی که به همراه داشتیم عبارت بود از: دوربین‌های دوچشمی ۲۷×۱۵۰ صایران، ۲۰×۱۲۰ صایران، ۱۵×۸۰، ۱۲×۷۰، ۲۰×۶۰ و ۷×۵۰.

ابتدا به کمک یکی از همراهان دو پایگاه رصدی را شناسایی کردیم و سپس بر تپه‌ای کوچک مستقر شدیم. افق غربی رصدگاه کاملاً باز بود. پس از تعیین مختصات جغرافیایی محل، مختصات هلال را از زمان غروب خورشید تا زمان غروب ماه در بازه‌های زمانی سه دقیقه‌ای یادداشت می‌کردیم. در همین زمان به تقسیم ابزار رصدی در بین اعضای گروه پرداختیم و آن‌گاه نگارنده با دوربین ۱۵×۸۰، امیرزاده با دوربین ۱۲×۷۰، یزدی‌زاده با دوربین ۲۰×۶۰، فروغی با دوربین ۲۰×۱۲۰ و ذوالفقاری راد با دوربین ۲۷×۱۵۰ کار را آغاز کردیم. نویسنده مقاله تصمیم گرفت از روشی ساده اما بسیار کارا برای رؤیت هلال استفاده کند، بدین ترتیب که در وهله اول با استفاده از نرم‌افزار

محاسب ماه^۱ سمت خورشید را در زمان غروب آن و سمت هلال را در زمانی که احتمالاً باید دیده می‌شد به دست آورد. اختلاف این دو سمت حدود ۵٫۵ درجه بود. وی در ضمن از یک دستگاه دوربین ۷×۵۰ ویژه مجهز به قطب‌نما نیز بهره می‌برد. خورشید مقارن ساعت ۱۷ و نه دقیقه در پس موانع افق غربی غروب کرد و محاسبه نشان می‌داد که ارتفاع موانع (کوه‌ها) فقط ۰٫۲ درجه است. در این هنگام، نگارنده بی‌درنگ با دوربین ۷×۵۰ محل غروب خورشید را نشانه رفت و سپس با کمک قطب‌نمای مذکور، به اندازه ۵٫۵ درجه به سمت چپ حرکت کرد و شاخصی روی افق آن محل تعیین نمود. آنگاه با دوربین ۱۵×۸۰ به سمت آن شاخص نشانه رفت و منتظر ماند تا زمان مقرر فرا رسد و چند ثانیه به ساعت ۱۷ و ۲۴ دقیقه مانده بود که ظهور هلال را حس کرد. هلال در ساعت ۱۷ و ۲۴ دقیقه، شکل ثابتی یافت و بخوبی در میدان دید دوربین مشاهده شد. سپس نگارنده رؤیت آن را اعلام نمود و پس از او امیرزاده و یزدی‌زاده، یکی پس از دیگری، مشاهدات خود را بیان داشتند. آنگاه نویسنده مقاله به سراغ دوربین پرقدرت ۲۷×۱۵۰ رفت و هلال را درست وسط میدان دید آن قرار داد. کیفیت فوق‌العاده این دوربین، جزئیات هلال را برای ما آشکار کرد که به صورتی پیوسته (یک‌تکه) به نظر می‌آمد.

هلال مذکور - با مختصات مندرج در جدول ۱۱ - برای آخرین بار در ساعت ۱۷ و ۳۴ دقیقه به توسط علی فروغی مشاهده شد.

1. Moon Calculator

تقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

جدول ۱۱. مشخصات هلال ذوالحجّة ۱۴۲۴

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| علیرضا بوژمهرانی | راصد |
| ۳۰:۰۰ N ۵۶:۴۳ E | مکان |
| ۲۰۰۴/۰۱/۲۲ | زمان |
| +۳ر۵ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۵ر۴۹۸ | ارتفاع هلال |
| ۹ر۹۳۱ | فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید |
| ۰ر۸۵ | فاز ماه (درصد) |
| ۰ر۲۴ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۹۸ | طول کمان |
| ۳۶۸۴۶۸ر۰۹ | فاصله زمین تا ماه |
| -۷ر۷۷۹ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۶ ^h ۳۶ ^m | سنّ هلال |
| ۳۳ ^h ۵۷ ^m | مکث هلال |
| -۰ر۲۶۲ | مقدار ضابطه «q» |
| E | رده «q» |
| ۰۴ ۵۹ ^h ۳۶ ^m S | عرض دایره البروجی ماه |

گفتنی است زیبا زمانی (با یک دستگاه دوربین تک چشمی ۸۰×۱۶) و پس از وی موسی زمانی با همراهی پنج تن دیگر از راصدان موفق به رصد

هلال ذوالحجّه ۱۴۲۴ در حومه شهر فیروزآباد استان فارس شدند. مقدار «q» در رصد موسی زمانی ۰۲۲۲- بود که مطابق معیار یالوپ، این هلال در آن منطقه با چشم مسلح قابل رؤیت بوده است. این مطلب را نیز باید افزود که عرض جغرافیایی محل رصد ۲۸ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول آن ۵۲ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی بود و زیبا زمانی در ساعت ۱۷ و ۴۷ دقیقه به عنوان اولین فرد از گروه توانست آن هلال را مشاهده کند.

هلال صفر ۱۴۲۵

سه تن از اعضای انجمن اخترشناسی کشور اردن هاشمی به نام‌های طارق کاتب، یوسف الفران^۱ و مصطفی خلیل^۲ در ۲۱ مارس ۲۰۰۴ برای رصد این هلال بر ارتفاعاتی در نزدیکی شهر الشوبک^۳ واقع در ۲۲۰ کیلومتری جنوب شهر امان مستقر شدند. آنان مجهز به یک دستگاه تلسکوپ ۱۰ اینچی اشمیت کاسگرین Meade LX۲۰۰ GPS بودند و استفاده از این ابزار پیشرفته این امکان را داد که آنها تنها شش دقیقه پس از غروب خورشید موفق به رصد هلال مورد نظر شوند. البته شرایط جوی بسیار مناسب نیز به مدد آنان شتافت.

شایان ذکر است که تلاش این گروه سه نفره برای رصد هلال صفر ۱۴۲۵ - با مختصات مندرج در جدول ۱۲ - با کمک دوربین دوچشمی و همچنین چشم غیر مسلح نتیجه‌ای به دنبال نداشت.

1. Yousef Alfarran

2. Moustafa Khalil

3. Ash-Shoubak

نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

جدول ۱۲. مشخصات هلال صفر ۱۴۲۵

| طارق کاتب | راصد |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ۳۰:۲۴ N ۳۵:۳۰ E | مکان |
| ۲۰۰۴/۰۳/۲۱ | زمان |
| +۲ | منطقه زمانی (ساعت) |
| ۶۴۷۰ | ارتفاع هلال |
| ۸۱۰۲ | فاصله زاویه‌ای ماه و خورشید |
| ۰٫۶۱ | فاز ماه (درصد) |
| ۰٫۱۵ | ضخامت بخش میانی هلال |
| ۶۳ | طول کمان |
| ۳۹۰۱۳۴٫۷۵ | فاصله زمین تا ماه |
| -۳۷۶۹ | اختلاف سمت ماه و خورشید |
| ۱۷ ^h ۰۹ ^m | سن هلال |
| ۳۴ ۳۲ | مکت هلال |
| -۰٫۲۴۳ | مقدار ضابطه «q» |
| E | رده «q» |
| ۰۲ ۴۲ ۵۸ S | عرض دایره البروجی ماه |

نتیجه گیری

بدون تردید افزایش تعداد رصدهای مستند و دقیق هلال، بخصوص در نقاط مرز بین محدوده‌های رؤیت پذیری و رؤیت ناپذیری، موجب فزونی دقت

معیارهای علمی کنونی مشاهده هلال می‌شود و این کاری ارزشمند و خدمتی شایسته است که راصدان می‌توانند با کمترین هزینه ممکن آن را انجام دهند و به طریق اولی باعث تعالی این شاخه از علم شوند.

معیار برنارد یالوپ، هنگامی که ارائه شد، واجد دقتی قابل قبول در تعیین خط رؤیت‌پذیری و رؤیت‌ناپذیری هلال با چشم مسلح بود و با گزارش‌های مستند رصد هلال ماه نو تا آن زمان نیز انطباق داشت. اما افزایش تعداد راصدان حرفه‌ای هلال در دنیا (بخصوص در سه کشور ایران، اردن و ایالات متحده)، بهره‌گیری از ابزارهای جدید و قدرتمند رصدی و انجام رصدهای برنامه‌ریزی شده (و نه رصدهای اتفاقی) موجب شد تا تجدید نظر در معیار مورد بحث ضرورت پیدا کند.

نتیجه مهمی که از بررسی اولیه شش رصد مذکور در مقاله (بویژه رصد هلال‌های جمادی‌الثانیة ۱۴۲۲، رجب ۱۴۲۳ و ذوالحجّة ۱۴۲۴) به دست می‌آید این است که حدّ نهایی ضابطه «q» برای مشاهده هلال با چشم مسلح از ۰٫۲۳۱- حداقل باید به ۰٫۲۷۷- (حاصل رصد علیرضا موحدنژاد) کاهش یابد و البته موفق نبودن مک‌پارتلن در رصد هلال ربیع‌الاول ۱۴۰۵ و عدم توفیق استم در رصد هلال شعبان ۱۴۰۵ که در آنها مقدار ضابطه «q» به ترتیب ۰٫۲۹۶- و ۰٫۲۸۷- بوده است نیز مؤید این نظریه نگارنده است. اما در عین حال نباید اهمیت فوق‌العاده رصد هلال محرم ۱۴۰۵ را در ۲۵ سپتامبر ۱۹۸۴ به توسط مک‌پارتلن از نظر دور داشت. چه آنکه مقدار ضابطه «q» در رصدگاه ایشان ۰٫۲۴۸- بود و اگر نظریه نگارنده در باره لزوم کاهش مقدار ضابطه «q» برای رؤیت با چشم مسلح تا ۰٫۲۷۷- صحیح باشد،



نقدی بر معیار برنارد یالوپ در تعیین...

بنابراین مک پارتلن نیز باید می‌توانست هلال مذکور را مشاهده نماید، در حالی که چنین اتفاقی روی نداد!

متأسفانه نگارنده نتوانست به گزارش رصد مک پارتلن دسترسی و از اوضاع جوّی رصدگاه و ابزار مورد استفاده وی اطلاع یابد. ولی احتمالاً کم بودن مدت مکث ماه، عامل مهم رؤیت نشدن آن بوده است. اگر این رصدگر در شرایط جوّی مناسب و با استفاده از ابزار قوی نتوانسته باشد هلال را مشاهده کند، آن‌گاه شاید بتوان نتیجه گرفت که مقدار ضابطه «q» به تنهایی نمی‌تواند دلیلی بر رؤیت‌پذیری یا رؤیت‌ناپذیری هلال باشد و لذا باید به ضابطه «مدت مکث» نیز توجه کرد. کمترین مکث هلال، همان‌طور که مشاهده شد، متعلق به رصد هلال رجب ۱۴۲۳ است که به توسط سید محسن قاضی میرسعید صورت پذیرفت و مقدار آن ۳۳ دقیقه و ۲۶ ثانیه بود در حالی که هلال محرم ۱۴۰۵ در رصدگاه مک پارتلن فقط ۳۰ دقیقه و ۲۹ ثانیه مکث داشته است.

برای اظهار نظر دقیق‌تر در این باره، بی‌تردید باید بر تعداد رصدهای دقیق و مستند افزوده شود و ضروری است رصد ماه در شرایط مختلف مداری اوج، حضیض، عرض شمالی و عرض جنوبی و نیز زمان‌های مختلف اعتدال بهاری، انقلاب تابستانی، اعتدال پاییزی و انقلاب زمستانی صورت پذیرد و نتایج این رصدها بدقت بررسی گردد.

برنامه‌های آتی

در خاتمه باید توجه کرد که برای آزمایش مجدد حدّ نهایی ضابطه «q» تا پایان سال ۱۳۸۵ هـ.ش، شش امکان رصدی مهم در ایران (به شرح فهرست)

وجود خواهد داشت که می‌توان با برنامه‌ریزی و انجام رصدهای دقیق در این موارد، درستی یا نادرستی نظریه نگارنده را در باره تجدید نظر در معیار یالوپ جست‌وجو نمود.

۱. هلال شوال ۱۴۲۵ در ۱۳ نوامبر ۲۰۰۴؛
۲. هلال محرم ۱۴۲۶ در نهم فوریه ۲۰۰۵؛
۳. هلال رمضان ۱۴۲۶ در چهارم اکتبر ۲۰۰۵؛
۴. هلال ذوالقعدة ۱۴۲۶ در دوم دسامبر ۲۰۰۵؛
۵. هلال صفر ۱۴۲۷ در ۲۸ فوریه ۲۰۰۶؛
۶. هلال محرم ۱۴۲۸ در ۲۱ دسامبر ۲۰۰۶.

مأخذ

پایگاه اطلاع‌رسانی کمان آسمانی؛ <http://www.kamaneasemani.com>

پایگاه رایانه‌ای انجمن سلطنتی نجوم اردن هاشمی؛ <http://www.jas.org.jo>

مجله نجوم، مهر ۱۳۸۰، س ۱۰، ش ۱۱ (پیاپی ۱۱۶).

Ahmed, Monzur. *Moon Calculator*. (ver.6.0). Program & Documentation.

Caldwell, J. A. R. and Laney, C. D. *First Visibility of the Lunar Crescent*.

The Sky Software. (ver. 4.; lev. 4).

Yallop, B. A. *A Method for Predicting the First Sighting of the New Crescent Moon*.