

بررسی اثر پارامترهای هواشناسی بر رویت پذیری هلال ماه‌های قمری با استفاده از یک الگوریتم ژنتیکی

جمشید قنبری^۱، مریم کریمیان^{۲*}، ایمان باباییان^۳ و مهدی مطیعی^۴

^۱استاد، گروه فیزیک، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

^۲مری، گروه پژوهشی تغییر اقلیم، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، سازمان هواشناسی کشور، مشهد، ایران

^۳استادیار، گروه پژوهشی تغییر اقلیم، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، سازمان هواشناسی کشور، مشهد، ایران

^۴مری، بخش زمین‌رزه‌نگاری، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

(دریافت: ۸۹/۸/۱، پذیرش نهایی: ۹۰/۱۱/۱۱)

چکیده

از زمان‌های گذشته تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه عرضه معیاری برای رویت هلال ماه صورت گرفته است، اما علی‌رغم پیشرفت این معیارها بارها پیش آمده است که با توجه به فراهم بودن شرایط نجومی، رویت هلال، رصدگران قادر به رویت آن نبوده‌اند. یکی از عواملی که در امر رویت هلال تاثیر بسزایی داشته ولی تاکنون بررسی نشده، پارامترهای جوّی است. بدین‌منظور با استفاده از فن‌آوری الگوریتم ژنتیک، رصدهای سال‌های ۱۴۲۳ تا ۱۴۳۰ هجری قمری برای شهرهای مشهد، بجنورد، بیرجند، اصفهان، شیراز و کرمان در دو گروه دید افقی کمتر و بیشتر از ده کیلومتر به دو روش خطی و غیرخطی بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که الگوهای غیرخطی در هر دو حالت با دید افقی کمتر و بیشتر از ده کیلومتر دارای آریبی بیشتری نسبت به حالت خطی هستند و توانمندی الگوسازی خطی و دید بیشتر از ده کیلومتر به ترتیب از روش غیرخطی و کمتر از ده کیلومتر بیشتر است. به‌طور کلی میزان تاثیر فشار جوّ و دید افقی روی درصد روشنایی از سایر پارامترهای هواشناسی بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: رویت هلال ماه، الگوریتم ژنتیک، پارامترهای جوّی، درصد روشنایی هلال

Study of meteorological parameters effects on lunar crescent visibility using a genetic algorithm

Ghanbari, J.¹, Karimian, M.², Babaeian, I.³ and Motiei, M.⁴

¹Professor, Physics Department, Ferdosi University, Mashhad, Iran

²Lecturer, Climate Change Lab., Climatological Research Institute, Mashhad, Iran

³Assistant professore, Climate Change Lab., Climatological Research Institute, Mashhad, Iran

⁴Researcher, Geophysics Department, Ferdosi University, Mashhad, Iran

(Received: 23 Oct 2010, Accepted: 31 Jan 2012)

Abstract

The Islamic calendar is based on lunar months, which begin when the thin crescent Moon is actually sighted in the western sky after sunset within a day or so after the New Moon. The Islamic dates begin at sunset on the previous day. The visibility of the lunar crescent as a function of the Moon's age - the time counted from the New Moon - is obviously of great importance to Muslims. The date and time of each New Moon can be computed exactly but the time that the Moon first becomes visible after the New Moon depends on many factors and cannot be predicted with certainty. The sighting of the lunar crescent

within one day of New Moon is usually difficult. The crescent at this time is quite thin, has a low surface brightness and can easily be lost in the twilight. Generally, the lunar crescent will become visible to suitably-located, experienced observers with good sky conditions about one day after the New Moon. However, the time that the crescent actually becomes visible varies quite a bit from one month to another. The record for an early sighting of a lunar crescent with a telescope is 12.1 hours after New Moon; for naked-eye sightings, the record is 15.5 hours from New Moon. For Islamic calendar purposes, the sighting must be made with the unaided eye. Obviously, the visibility of the young lunar crescent depends on atmosphere conditions, the location and preparation of the observer.

The prediction of the first sighting of the early crescent Moon is an interesting problem because it simultaneously involves a number of highly non-linear effects. Effects to be considered are the geometry of the Sun, Moon, the width and surface brightness of the crescent, the absorption of the Moon's light and the scattering of the Sun's light in the Earth's atmosphere, the physiology of human vision and natural horizon. The effects of meteorological conditions such as mean sea level pressure, visibility, mean temperature and humidity on Crescent visibility are studied in this paper.

Our studied sites are located in the south, center and eastern part of Iran including Mashad, Bojnord, Birjand, Isfahan, Shiraz and Kerman cities. Two series of data are used in this study. The first one data were sighting and visibility of the lunar crescents which recorded by Moon's sighting groups in the above mentioned cities and the second series of data were the meteorological observations of mean sea level pressure, mean temperature, horizontal visibility and relative humidity in the same dates and locations of Moon's sighting. Horizontal visibility is divided into two categories of bellow and above 10km. Period of study was 8 years starting from 1423 to 1430 according to Islamic calendar.

Genetic algorithm is used to formulate the relations between moon visibilities and meteorological parameters. Genetic algorithms are one of the best ways to solve a problem for which little is known. They are very general algorithms and so may work well in any search space. Genetic algorithms use the principles of selection and evolution to produce several solutions to a given problem. Two methods of linear and non-linear approaches are used to model the statistical relations between the lunar visibilities and meteorological parameters.

For linear-based method the following formula is used:

$$MSE = \sum_{i=1}^n [R_{obs} - R_{mod}]^2 / [n - p]$$

$$= \sum_{i=1}^n [R_{obs} - (a_1P + a_2RH + a_3T + a_4V + a_5)]^2 / [n - p]$$

We used the bellow formula for the nonlinear approach:

$$MSE = \sum_{i=1}^n [R_{obs} - R_{mod}]^2 / [n - p]$$

$$= \sum_{i=1}^n [R_{obs} - (a_1P^{a_2} + a_3RH^{a_4} + a_5T^{a_6} + a_7V^{a_8} + a_9)]^2 / [n - p]$$

Where MSE is the Mean Square Error, R_{obs} and R_{mod} represent actual and modeled visibility of the Moon. P, RH, T and V are mean seas level pressure, relative humidity, temperature and visibility, respectively. (n-p) is degree of freedom and a_i is constants.

One of the important factors affecting crescent visibility is meteorological parameters, but they have not been considered well up to now. In this paper a Genetic algorithm has been used to find relationship between percentage of crescent lighting and meteorological parameters such as sea level pressure; mean temperature, relative humidity and horizontal

visibility. In this regards, observations have been considered during the period of 1423-1430 lunar Hejri (Islamic calendar) calendar for Mashad, Kerman, Shiraz, Esfahan, Birjand, and Boujnourd for two cases with about 10 km horizontal visibility.

Error, bias and weighted factor of meteorological impacts on crescent visibility have been calculated after comparing modeled and observed crescent visibility. Results generally show that non-linear parameterization equations have more bias than linear equations. Maximum bias with 3.24 has been occurred in nonlinear model for horizontal visibility less than 10km over Birjand and Bojnourd sites. The minimum bias of crescent visibility has been occurred in Shiraz by 0.01 percent. The minimum and maximum percentages of relative error are found in Shiraz and Birjand by 1.96% and 99%, respectively. We also found that in linear modeling with horizontal visibility more than 10km, weighted effect of pressure increase by decreasing altitude from mean sea level and effect of humidity decreases by increasing altitude from mean sea level.

Our result confirms that the crescent visibility is more sensitive both to pressure and horizontal visibility. Overlay, linear and nonlinear equations have acceptable results for modeling crescent visibility. Results of this paper reveal that meteorological parameterization of crescent visibility can be used for prediction of crescent visibility from meteorological view point.

Key word: Crescent moon visibility, Genetic Algorithm, Meteorological parameters, Crescent lighting

۱ مقدمه

شده است. از جمله می‌توان به پژوهش حسن‌زاده (۱۳۸۶) و حسن‌زاده و همکاران، (۱۳۸۷) در رابطه با بررسی کمی حد دانتزون اشاره کرد. او اثر دید نجومی، عوارض لبه ماه و اثر رخگرد را در حد دانتزون بررسی کرد. او با بررسی توپوگرافی ماه دریافت که بیشتر عوارض لبه ماه، مربوط به دره‌ها است و کوه‌های مرتفع در آن کمتر به چشم می‌خورد. لسانی و فاطمی (۱۳۸۶) هلال ماه بحرانی را با استفاده از روش‌های پردازش تصاویر، بررسی کردند. آنها فناوری‌های پردازش تصویر روی تصاویری از آسمان که دارای ماه بحرانی است را برای تشخیص خودکار هلال به کار گرفتند و زمانی که هلال با استفاده از ادوات دیداری پیشرفته قابل مشاهده نبود را تشخیص دادند. گیاهی یزدی (۱۳۸۶) ضابطه ترکیبی جدیدی در رویت هلال ابداع کرد. او بر اساس گزارش‌های رصدی موجود، ضابطه‌ای را برای رویت هلال ماه، با دوربین دوچشمی پرتوان (۱۵۰ × ۱۴۰) یا تلسکوپ (۸ تا ۱۴ اینچ) عرضه کرد. ریاضی (۱۳۸۶) در تحقیق خود با عنوان "مباحثی درباره رویت پذیری و

وابستگی مناسک اسلامی به تقویم قمری سبب شده است که رویت هلال از دیدگاه نجومی و فقهی همواره مورد توجه دانشمندان و منجمان اسلامی قرار گیرد. ماه‌های قمری اسلامی با رویت هلال پس از مقارنه آغاز می‌شود و با مقارنه بعدی به پایان می‌رسد. با این حال در حالت کلی نمی‌توان هلالی را پس از مقارنه به‌سادگی مشاهده کرد. اغلب پیش‌بینی اینکه آیا هلال برای ناظرهایی با مختصات جغرافیایی معین رویت‌پذیر خواهد بود یا خیر، امری مهم و دشوار است که به عوامل گوناگون تاثیرگذار در امر رویت هلال وابسته است. از جمله این عوامل سن ماه، مدت مکث ماه، ارتفاع هلال، اختلاف سمت ماه و خورشید، جدایی زاویه‌ای ماه و خورشید، ضخامت بخش میانی هلال، فاز ماه و درصد روشنایی هلال در هنگام غروب خورشید هستند.

تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه رویت‌پذیری هلال ماه صورت گرفته است که در هر کدام از این تحقیقات، جنبه‌های متفاوتی از مسائل مربوط به رویت هلال بررسی

تقویم قمری"، معیاری مبتنی بر اختلاف سمت و ارتفاع ماه و خورشید در هنگام غروب خورشید را عرضه کرد. حکیمی و ستایشی (۱۳۸۶)، با بررسی در مورد نتایج رصدهای معتبر نجومی در ایران و جهان، معیاری هوشمند برای پیش‌بینی رویت‌پذیری هلال ماه به‌دست آوردند. از جمله تحقیقاتی که در خارج از کشور در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به کار ژین (۲۰۰۱) و الیاس (۱۹۹۴) اشاره کرد.

رستمی (۱۳۸۶)، الگوی مثلثی ایران در پیش‌بینی رویت هلال در روز را عرضه کرد. این الگو سه جمله‌ای یا مثلثی با استفاده از سه پارامتر ارتفاع هلال، اختلاف ارتفاع هلال با خورشید و ضخامت بخش میانی هلال مطرح شد. تاکنون اکثر تحقیقات مرتبط با رویت‌پذیری هلال ماه، متمرکز بر موضوعات و شرایط نجومی رویت هلال ماه بوده است و تحقیقات در ارتباط با اثر عوامل جوئی بر رویت هلال یا صورت نگرفته و یا در حد مقدماتی بوده است، لذا این مقاله به بررسی تاثیر عوامل جوئی بر رویت‌پذیری هلال ماه می‌پردازد.

۲ مواد و روش‌ها

۱-۲ فن‌آوری الگوریتم ژنتیک

از ۱۹۶۰ به بعد، محققان تصمیم گرفتند که از شبیه‌سازی فرایند تکامل طبیعی پیدایش انسان (بنابر نظریه اثبات نشده داروین) در حل مسائل بهینه‌سازی کمک بگیرند. این امر منجر به پیدایش فن‌آوری‌های تصادفی شد که الگوریتم‌های تکاملی نامیده می‌شوند. الگوریتم ژنتیک، شناخته‌شده‌ترین نوع الگوریتم تکاملی است (صالحی و باوی، ۱۳۸۷). اساس کار الگوریتم ژنتیک بدین صورت است که روی یک رشته از جواب‌های مسئله، به امید دست‌یافتن به جواب‌های بهتر، قانون بقای بهترین (اصلاح) اعمال می‌شود. در هر نسل به کمک فرایند انتخابی متناسب با ارزش جواب‌ها و تولید مثل، جواب‌های انتخاب

شده به کمک عملگرهایی که از ژنتیک طبیعی تقلید شده‌اند، تقریب‌های بهتری از جواب‌های نهایی به‌دست می‌آید. این فرایند باعث می‌شود که جواب‌های به‌دست آمده با شرایط مسئله سازگارتر باشند. هر کدام از افراد جمعیت، که تقریب‌هایی از جواب نهایی‌اند، به‌صورت رشته‌هایی (کروموزوم) از حروف یا ارقام، کدگذاری می‌شوند. مقادیر موجود روی کروموزوم‌ها، به‌تنهایی معنی خاصی ندارند، بلکه باید از حالت کد شده خارج شوند تا در حکم متغیرهای تصمیم‌گیری دارای معنی و نتیجه باشند. بعد از اینکه کروموزوم‌ها از حالت کدگذاری شده خارج شدند، می‌توان کارایی یا برازش هر فرد از جمعیت را محاسبه کرد. تابع هدف در تعیین برازش افراد نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. در هنگام تکثیر به کمک اطلاعات اولیه‌ای که از تابع هدف به‌دست می‌آید، برازش هر فرد مشخص می‌شود. از این مقادیر در فرایند انتخاب استفاده می‌شود تا آن را به سمت انتخاب افراد مناسب سوق دهد. هر چه برازش فرد نسبت به جمعیت بیشتر باشد، احتمال انتخاب بیشتر و هر چه برازش نسبی آن کمتر باشد، احتمال انتخاب آن برای تولید نسل بعدی کمتر می‌شود. وقتی که برازش همه افراد جمعیت مشخص شد، هر کدام با احتمالی که متناسب با میزان برازش آنها است، می‌توانند برای تولید نسل بعد انتخاب شوند. عمل تکثیر در الگوریتم ژنتیک، برای رد و بدل اطلاعات ژنتیکی بین یک جفت و یا تعداد بیشتری از افراد به کار می‌رود. بعد از این مرحله، با یک احتمال جدید، عملگر جهش روی رشته‌های تولید شده اعمال می‌شود. بعد از مراحل تکثیر و جهش، کروموزوم‌ها از حالت کد شده خارج شده و مقدار تابع هدف هریک محاسبه می‌شود. سپس به هر کدام برازشی اختصاص می‌یابد. در صورت نیاز مراحل انتخاب و تکثیر و مانند آن، مجدداً صورت می‌گیرد. در طول این فرایند کارایی متوسط جمعیت جواب‌ها افزایش می‌یابد. الگوریتم تا زمانی تکرار می‌شود که معیارهای پایان الگوریتم باعث

واقعی تقسیم بر درجه آزادی (n-p)، R_{obs} درصد روشنایی واقعی، R_{mod} درصد روشنایی الگوسازی شده و (n-p) درجه آزادی است. همچنین a_i ها ضرایب محاسبه شده از الگوریتم ژنتیک، P فشار متوسط سطح دریا، RH رطوبت نسبی، T دما و V دید افقی هستند.

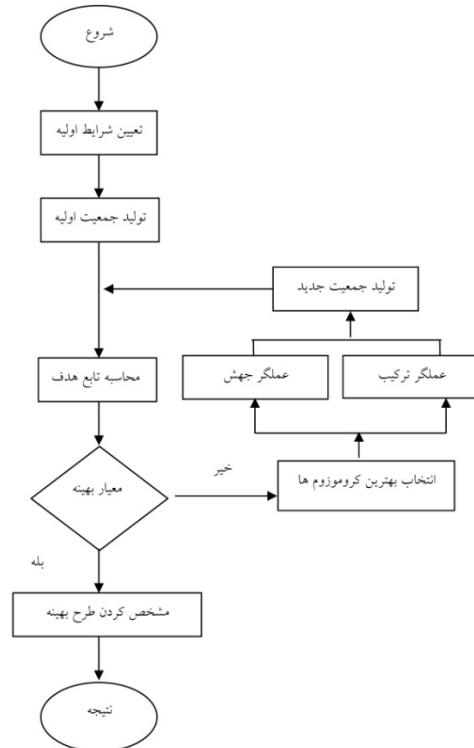
الگوریتم ژنتیک به ازای تولید ۴ نسل متفاوت ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ برای اصفهان، اجرا شد. با بررسی ضرایب همبستگی به ازای ۴ نسل متفاوت، در الگوی خطی تعداد نسل ۲۰۰ و برای الگوی غیرخطی تعداد نسل ۵۰۰ در نظر گرفته شد.

۲-۳ داده‌ها، دوره و منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی شامل شهرهای مشهد، بجنورد، بیرجند، اصفهان، شیراز و کرمان است. به دلیل نبود گزارش‌های معتبر از رصدهای سال‌های گذشته، دوره مورد بررسی سال‌های ۱۴۲۳ تا ۱۴۳۰ هجری قمری است. در مقاله حاضر، روابط به دست آمده بر مبنای مشاهدات واقعی و گزارش‌های معتبر از رصدگرانی چون میرسعید، بوژمهرانی، صیاد، مطیعی و دیگران، برگرفته از پایگاه‌های اطلاع‌رسانی کمان آسمانی (www.kamaneasemani.com/)، گروه غیرحرفه‌ای رویت هلال ماه (www.ugcs.ir)، هلال ماه و ستاد استهلال خراسان رضوی (www.estehlal.ir) استخراج شده است (جدول ۱).

پارامترهای هواشناسی موردنظر، فشار در سطح متوسط دریا، دید افقی، دما و رطوبت نسبی هستند. متناسب با هر گزارش رصد، ۴ داده موردنظر معادل آن روز در ساعت استهلال از بانک اطلاعاتی داده‌های سازمان هواشناسی کشور استخراج شده است (پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی - www.irimo.ir، ۱۳۸۸) (جدول ۲). به منظور افزایش دقت و اهمیت دید افقی، داده‌ها به دو دسته با دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر و بیشتر از ۱۰ کیلومتر طبقه‌بندی شدند.

توقف آن شود. شکل ۱ نمودار گردش عمومی الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمودار گردش عمومی الگوریتم ژنتیک.

۲-۲ روش کار

در مسئله تعریف شده برای الگوسازی درصد روشنایی، تابع برازش با دو الگوی خطی (رابطه ۱) و غیرخطی (رابطه ۲) تعریف می‌شود (معتضدیان و همکاران، ۱۳۸۷):

$$MSE = \sum_{i=1}^n [R_{obs} - R_{mod}]^2 / [n - p] \quad (1)$$

$$= \sum_{i=1}^n [R_{obs} - (a_1 P + a_2 RH + a_3 T + a_4 V + a_5)]^2 / [n - p]$$

الگوی پارامتر غیرخطی

$$MSE = \sum_{i=1}^n [R_{obs} - R_{mod}]^2 / [n - p] \quad (2)$$

$$= \sum_{i=1}^n [R_{obs} - (a_1 P^{a_2} + a_3 RH^{a_4} + a_5 T^{a_6} + a_7 V^{a_8} + a_9)]^2 / [n - p]$$

که در این روابط، به ترتیب MSE (خطای مربع میانگین) حاصل مربع اختلاف بین رصدهای روشنایی الگو شده و

۳ یافته‌های تحقیق

با استفاده از روش رگرسیون، معادلات خطی و غیرخطی به‌ازای دید افقی کمتر و بیشتر از ۱۰ کیلومتر شبیه‌سازی شد (لاری و صفوی، ۱۳۸۵). در جدول ۳ معادلات به‌دست آمده برای هر شهر آورده شده است.

معنی‌دار بودن نبود اختلاف بین میانگین و واریانس‌های دو جامعه آماری درصد روشنایی الگو شده و واقعی در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون‌های t و F مورد بررسی قرار گرفت (منصورفر، ۱۳۸۲). همچنین به منظور بررسی روند تغییرات دو داده، آزمون ضریب همبستگی نیز محاسبه شد (جدول ۴).

۳-۱ ارزیابی خطاهای معادلات درصد روشنایی

برای بررسی توانمندی الگوهای عرضه شده اریبی (Bias)، خطای میانگین (RMSE) و درصد خطای نسبی برای دو حالت دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر و کمتر از ۱۰ کیلومتر در دو حالت خطی و غیرخطی محاسبه شد که فرمول‌های آن به قرار زیر است (منصورفر، ۱۳۸۲):

$$\text{اریبی}؛ (1) \quad Bias = \sum_{i=1}^n \frac{P_i - Q_i}{n}$$

$$\text{خطای میانگین}؛ (2) \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}$$

که در آنها، P_i مقادیر الگو شده، Q_i مقادیر واقعی n تعداد رویت‌های هلال ماه است.

جدول ۱. گزارش‌های رویت هلال ماه‌های قمری.

تاریخ	رصدگر	محل رصد	نام گروه	درصد روشنایی	وضعیت رویت	ابزار	زمان رویت
۱۴۲۳ ۲۰۰۲/۹/۷	محسن قاضی میر سعید	کرمان، شهرستان زرنند	-	۰/۶۲	رویت شد	۱۹:۲۱ ۴۰ × ۱۵۰	۱۹:۱۷
شعبان (۲۹ رجب) ۲۰۰۲/۱۰/۷	علیرضا بوژمهرانی	اصفهان، عرض جغرافیایی ۳۲:۳۸ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱:۴۱ شرقی	مرکز آموزش نجوم ادیب	۲/۱۹	رویت شد	دوربین ۷ × ۵۰	۱۷:۴۰
رمضان ۲۰۰۲/۱۱/۵	علیرضا بوژمهرانی	شیراز، عرض ۳۰ درجه و ۵ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۶ دقیقه شرقی	گروه مهتاب، مرکز آموزش نجوم ادیب	۰/۸۸	رویت شد	دوربین ۱۲ × ۷۰	۱۷:۳۱

جدول ۲. پارامترهای هواشناسی متناظر با درصد روشنایی هلال ماه قمری.

ردیف	تاریخ	درصد روشنایی	زمان رویت هلال	ساعت استخراج اطلاعات	مکان رویت	فشار جو در سطح متوسط دریا (hpa)	رطوبت نسبی	دمای متوسط (k)	دید افقی (km)
۱	۲۰۰۲/۹/۷	۰/۶۲	۱۹:۲۱	۱۵	کرمان	۱۰۱۲/۷	۱۵	۲۶	۱۰
۲	۲۰۰۲/۱۰/۷	۲/۱۹	۱۷:۴۰	۱۵	اصفهان	۱۰۱۱/۸	۱۶	۲۵/۸	۱۰
۳	۲۰۰۲/۱۱/۵	۰/۸۸	۱۷:۳۱	۱۵	شیراز	۱۰۱۷/۶	۸۹	۱۱/۶	۱۰

جدول ۳. معادلات به دست آمده با استفاده از روش رگرسیون.

شهر	نوع معادله	شرایط دید	معادله
اصفهان	خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = (0.42936) * P + (-0.42753) * RH + (-0.09426) * T + (0.16696) * V + 0.01449$
		کمتر از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.2423 * P + 0.5131 * RH + 0.5634 * T - 0.11089 * V - 0.13287$
	غیر خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = (0.35553) * P^{(0.2502)} + (-0.29099) * RH^{(0.41413)} + (0.41841) * T^{(0.20709)} + (-0.60091) * V^{(1.50598)} + 0.06411$
		کمتر از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.06803 * P^{-0.01414} - 1.0562 * RH^{-0.42441} + 2.98905 * T^{0.10653} - 0.50886 * V^{0.83222} - 0.33129$
تهران	خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = 0.33342 * P - 0.26355 * RH + 0.14989 * T - 0.16151 * V + 0.00303$
		کمتر از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.86897 * P + 1.79716 * RH + 0.68386 * T + 0.805 * V + 0.00468$
	غیر خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = 0.04015 * P^{0.41929} - 10146 * RH^{1.85591} + 0.43926 * T^{0.43021} - 0.26036 * V^{1.06065} - 0.03507$
		کمتر از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.59257 * P^{0.85373} + 0.1942 * RH^{2.56819} - 1.07667 * T^{-0.41222} + 3.3282 * V^{0.61998} + 0.91067$
مشهد	خطی	کمتر از ۱۰ کیلومتر	$R_m = 1.36207 * P + 0.58295 * RH - 0.07392 * T + 0.42617 * V + 0.00259$
	غیر خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.85446 * P^{-1.08473} + 3.81138 * RH^{-1.84288} - 0.90895 * T^{0.22656} - 0.27594 * V^{-1.27974} - 0.035$
		کمتر از ۱۰ کیلومتر	$R_m = 0.31372 * P^{-0.92198} + 1.62667 * RH^{-0.84964} - 0.70548 * T^{2.0207} - 3.4173 * V^{3.3497} + 2.0028$
اصفهان	خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = 0.23611 * P + 0.32049 * RH + 0.1753 * T - 0.02175 * V + 0.06091$
	غیر خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.3363 * P^{-0.26594} + 0.21901 * RH^{1.56606} - 0.17266 * T^{-0.30376} + 0.20067 * V^{1.42068} - 0.12124$
شیراز	خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = 0.17747 * P + 0.62185 * RH + 0.57329 * T + 0.81547 * V + 0.04601$
	غیر خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.61174 * P^{0.366} + 0.13972 * RH^{0.58827} - 0.1 * T^{0.03063} + 0.95324 * V^{2.01936} - 0.20016$
کرمان	خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.32253 * P + 0.23004 * RH + 0.2554 * T + 0.60943 * V - 0.26228$
	غیر خطی	بیش از ۱۰ کیلومتر	$R_m = -0.2756 * P^{0.23484} + 0.28845 * RH^{0.82272} - 0.67192 * T^{0.58998} + 0.80459 * V^{0.67206} + 0.77439$

جدول ۴. سطح معنی داری معادلات به دست آمده با استفاده از آزمون‌های آماری.

شهر	دید افقی	نوع معادله	آزمون t	آزمون F	آزمون ضریب همبستگی
مشهد	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	*	*
		غیرخطی	*	*	*
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	معنی ندارد	معنی ندارد
		غیرخطی	*	*	معنی ندارد
بیرجند	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	*	معنی ندارد
		غیرخطی	*	معنی ندارد	معنی ندارد
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	*	*
		غیرخطی	معنی ندارد	معنی ندارد	معنی ندارد
بجنورد	بیش از ۱۰ کیلومتر	غیرخطی	*	*	*
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	معنی ندارد	*
		غیرخطی	*	معنی ندارد	*
اصفهان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	*	*
		غیرخطی	*	*	معنی ندارد
شیراز	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	*	*
		غیرخطی	*	*	*
کرمان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	*	معنی ندارد	معنی ندارد
		غیرخطی	*	*	معنی ندارد

توضیح: در جدول فوق علامت * معنی دار بودن آزمون را نشان می‌دهد.

شکل ۲ پراکندگی درصد روشنایی الگو شده و واقعی را برای دو حالت دید افقی بیش از ۱۰ کیلومتر و کمتر از ۱۰ کیلومتر نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با تقریب خوبی، پراکندگی داده‌ها به خط یک‌به‌یک نزدیک است.

در جدول ۵ درصد روشنایی واقعی، درصد روشنایی الگو شده و میانگین اُریبی الگوهای محاسبه شده آورده شده است.

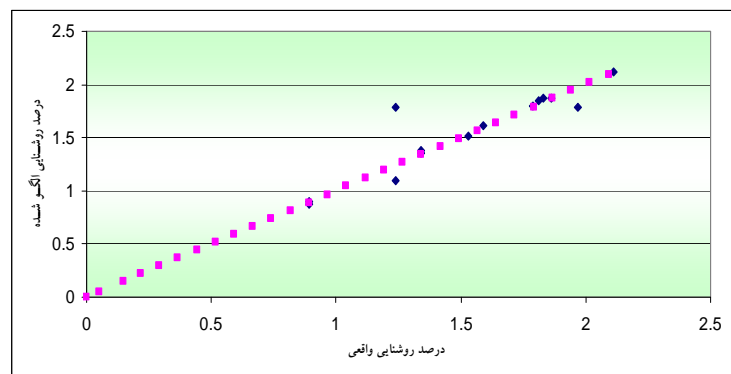
در جدول ۶ خطای میانگین و درصد خطای نسبی

مقدار اُریبی نشان‌دهنده میزان تطبیق داده‌های الگو شده با واقعی است. اگر مقدار به دست آمده برای این پارامتر مثبت باشد، الگو دارای اُریبی گرم و اگر مقدار به دست آمده برای این پارامتر منفی باشد، الگو دارای اُریبی سرد خواهد بود. اُریبی گرم به حالتی گفته می‌شود که پیش‌بینی الگو بیشتر از مقدار واقعی است. خطای میانگین و درصد خطای میانگین هر چقدر کمتر باشد، خطای الگوسازی کمتر خواهد بود یعنی میزان تطبیق داده‌های واقعی و الگو شده بیشتر است.

معادلات درصد روشنایی الگوسازی شده برای ایستگاه‌های مورد بررسی در دو حالت دید افقی بیشتر و کمتر از ۱۰ کیلومتر آورده شده است. در شکل‌های ۳ و ۴ درصد خطای نسبی به ازای دید افقی بیشتر و کمتر از ۱۰ کیلومتر رسم شده است.

جدول ۵. میانگین آریبی الگوهای محاسبه شده در دو حالت دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر و کمتر از ۱۰ کیلومتر.

شهر	دید افقی	نوع معادله	میانگین درصد روشنایی واقعی	میانگین درصد روشنایی الگو شده	آریبی
مشهد	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۱/۵۹	۱/۶۱	۰/۰۲
		غیر خطی	۱/۵۳	۱/۵۲	-۰/۰۱
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۱/۹۷	۱/۷۸	-۰/۰۹
		غیر خطی	۲/۱۷	۴/۲۲	۲/۰۵
بیرجند	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۱/۸۶	۱/۸۷	۰/۰۱
		غیر خطی	۱/۸۱	۱/۸۵	۰/۰۴
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۱/۷۹	۱/۸۰	۰/۰۱
		غیر خطی	۱/۷۹	۵/۲۳	۳/۴۴
بجنورد	بیش از ۱۰ کیلومتر	غیر خطی	۱/۸۳	۱/۸۷	۰/۰۴
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۲/۱۱	۲/۱۲	۰/۰۱
		غیر خطی	۲/۱۱	۵/۳۵	۳/۲۴
اصفهان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۱/۳۴	۱/۳۶	۰/۰۲
		غیر خطی	۱/۳۴	۱/۳۸	۰/۰۴
شیراز	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۰۱
		غیر خطی	۰/۸۹	۰/۸۸	-۰/۰۱
کرمان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۱/۲۴	۱/۱۰	-۰/۱۴
		غیر خطی	۱/۲۴	۱/۷۹	۰/۵۵



شکل ۲. منحنی یک‌به‌یک درصد روشنایی الگو شده و واقعی.

جدول ۶. خطای الگوهای محاسبه شده در دو حالت دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر و کمتر از ۱۰ کیلومتر.

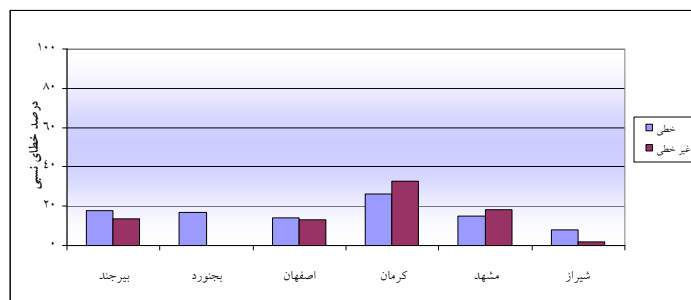
شهر	دید افقی	نوع معادله	خطای میانگین	درصد خطای نسبی
مشهد	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۲۴	۱۵/۱۸
		غیرخطی	۰/۲۸	۱۸/۴
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۷۷	۳۵/۶۳
		غیرخطی	۰/۵۶	۲۸/۵۴
بیرجند	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۳۳	۱۷/۶۵
		غیرخطی	۰/۲۴	۱۳/۴۲
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۸۱	۴۵/۴۷
		غیرخطی	۱/۷۹	۹۹
بجنورد	بیش از ۱۰ کیلومتر	غیرخطی	۰/۳۱	۱۶/۷۴
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۶۱	۲۹/۰۴
		غیرخطی	۱/۷۲	۸۱/۵۴
اصفهان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۱۹	۱۳/۸
		غیرخطی	۰/۱۸	۱۳/۱
شیراز	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۰۷	۷/۹۴
		غیرخطی	۰/۰۲	۱/۹۶
کرمان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۳۲	۲۵/۹۴
		غیرخطی	۰/۴۱	۳۲/۹۴

۲-۳ تاثیرگذاری پارامترهای هواشناسی بر درصد روشنایی

به منظور بررسی سهم هر کدام از پارامترهای هواشناسی بر درصد روشنایی محاسبه شده، درصد تاثیر هر کدام از پارامترها در معادلات به دست آمده، محاسبه شد (جدول

۷). ستون "سایر عوامل" مربوط به سهم سایر عوامل به جز پارامترهای مورد بررسی در این مقاله است.

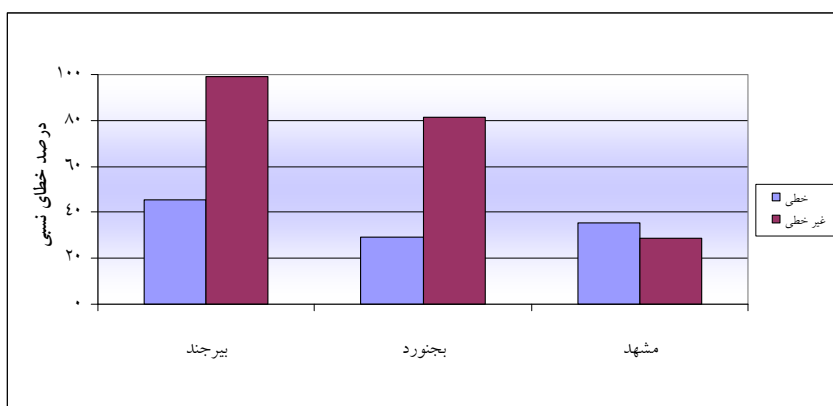
ارتفاع هریک از شهرهای مشهد، بیرجند، بجنورد، شیراز، اصفهان و کرمان از سطح دریا به ترتیب ۹۹۹/۲، ۱۴۹۱، ۱۰۹۱، ۱۴۸۴، ۱۵۵۰/۴ و ۱۷۵۳/۸ متر است.



شکل ۳. درصد خطای نسبی به ازای دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر.

جدول ۷. درصد تاثیر پارامترهای هواشناسی بر درصد روشنایی محاسبه شده.

شهر	دید افقی	نوع معادله	فشار جو نسبت به سطح متوسط دریا	رطوبت نسبی	دمای متوسط	دید افقی	سایر عوامل
مشهد	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۴۶/۶	۷/۴	۰/۹۴	۳۶/۶	۸/۴۶
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۶۹/۱	۰/۷	۲۸/۸	۱/۴	۰
		غیرخطی	۱۵/۲	۱/۱	۷۵	۸/۷	۰
	بیرجند	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۴/۸	۸۲/۲	۱۰/۲	۲/۸
کمتر از ۱۰ کیلومتر		خطی	۱۷/۵	۴۵	۲۵/۶	۱۱/۹	۰
		غیرخطی	۲۹/۳	۱۸/۲	۲۰/۸	۳۱/۶	۰/۱
بجنورد		بیش از ۱۰ کیلومتر	غیرخطی	۰/۲	۹۸/۴	۰/۶	۰/۸
	کمتر از ۱۰ کیلومتر	خطی	۳۹/۴	۴/۲	۲۶/۳	۳۰	۰/۱
		غیرخطی	۳۳/۳	۲/۷	۲۹/۹	۳۴/۱	۰
	اصفهان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۳۹/۱	۴۳/۲	۱۷/۲	۰/۵
غیرخطی		۲۳/۴	۵۴	۲۲/۱	۰/۴	۰/۱	
شیراز	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۰/۴	۰	۱۷/۴	۸۲/۲	۰
	غیرخطی	۰/۱	۰/۳	۶/۹	۹۲/۷	۰	
کرمان	بیش از ۱۰ کیلومتر	خطی	۴۶	۱۷/۷	۱۸/۱	۱۸/۱	۰/۱
	غیرخطی	۱۰/۶	۱۵/۳	۴۵/۵	۲۸/۶	۰	



شکل ۴. درصد خطای نسبی به‌ازای دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر.

۴ نتیجه گیری

با توجه به اهمیت و جایگاه رویت هلال ماه در تقویم اسلامی، این تحقیق با هدف عرضه روشی برای بهبود و همچنین برنامه‌ریزی بهتر رویت هلال ماه‌های قمری در شرایط گوناگون عوامل هواشناسی صورت گرفت. تاکنون پژوهش‌های زیادی در زمینه رویت‌پذیری هلال ماه صورت گرفته است که در اکثر آنها جنبه‌های نجومی رویت هلال ماه مدنظر بوده است، اما در این تحقیق، تاثیر عوامل جوی بر رویت‌پذیری هلال ماه بررسی شد.

در پژوهش حاضر براساس داده‌های رصدی هلال ماه‌های دوره ۱۴۲۳ تا ۱۴۳۰ قمری، الگویی بر مبنای الگوریتم ژنتیک برای کمینه کردن خطای مربع میانگین بین داده‌های رصدی و داده‌های الگو شده با دو حالت خطی و غیرخطی طراحی شد. در هر دو حالت الگوسازی خطی و غیرخطی به دو طبقه با دید افقی بیشتر از ده کیلومتر و کمتر از ده کیلومتر تقسیم شد. نتایج نشان می‌دهد که به‌طور کلی الگوهای غیرخطی در دو حالت دید افقی کمتر و بیشتر از ۱۰ کیلومتر دارای آریبی بیشتری هستند. الگوسازی‌ها در حالت‌های دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر در مقایسه با دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر دارای آریبی بیشتری است که این نشان‌دهنده اثر کاهش دید عمده ناشی از ذرات گرد و غبار، آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی و رطوبت، روی میزان روشنایی هلال است؛ به‌طوری که هرچه دید بیشتر باشد (هوای صاف‌تر) احتمال رویت‌پذیری هلال بیشتر می‌شود. بیشترین آریبی مربوط به دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر و متعلق به الگوی غیرخطی شهرهای بیرجند و بجنورد به ترتیب به میزان ۰/۰۱ و ۳/۴۴ است. کمترین آریبی در شیراز به میزان ۰/۰۱ در هر دو حالت خطی و غیرخطی ثبت شده است. بهترین حالت الگوسازی مربوط به شهر شیراز، با دید افقی بیش از ۱۰ کیلومتر در حالت غیرخطی است که مقدار خطای میانگین در این حالت ۰/۰۲ و خطای نسبی ۱/۹۶ درصد

است. همچنین بدترین پاسخ الگوسازی مربوط به بیرجند با دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر در حالت غیرخطی است که مقدار خطای میانگین ۱/۷۹ و خطای نسبی ۹۹ درصد محاسبه شد.

در این مقاله میزان تاثیرگذاری هر کدام از پارامترهای چهارگانه هواشناسی نیز بررسی شد. براین اساس در الگوی خطی به‌ازای دید افقی بیش از ۱۰ کیلومتر، هرچه ارتفاع از سطح دریا کمتر شود، تاثیر دید افقی بر درصد روشنایی بیشتر می‌شود. همچنین بیشترین تاثیر فشار جو در سطح متوسط دریا، در ارتفاعات پایین رخ می‌دهد. به‌عبارت‌دیگر هرچه ارتفاع از سطح دریا کمتر باشد، درصد تاثیر فشار بیشتر خواهد شد. در الگوی غیرخطی، به‌ازای دید افقی بیش از ۱۰ کیلومتر، هرچه ارتفاع از سطح دریا کمتر شود، تاثیر رطوبت نسبی بر درصد روشنایی هلال بیشتر می‌شود. درحالی‌که با کاهش ارتفاع از سطح دریا، درصد تاثیر پارامتر فشار کم می‌شود.

به‌ازای دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر در الگوی خطی، هرچه ارتفاع از سطح دریا کمتر شود، درصد تاثیر فشار جو در سطح متوسط دریا بر درصد روشنایی بیشتر خواهد شد. همچنین پس از عامل فشار، بیشترین درصد تاثیر در این شرایط متعلق به دید افقی است. با افزایش ارتفاع، سهم تاثیر رطوبت نسبی بر درصد روشنایی کاهش می‌یابد. همچنین الگوی غیرخطی برای دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر نشان می‌دهد که دید افقی، بیشترین تاثیر را نسبت به دیگر پارامترها بر درصد روشنایی الگو شده دارد. درحالی‌که رطوبت نسبی پارامتری است که کمترین تاثیر را بر درصد روشنایی دارد.

به‌طور کلی می‌توان گفت که با توجه به آریبی محاسبه شده، الگوهای خطی در مقایسه با الگوهای غیرخطی توانمندی بیشتری در شبیه‌سازی درصد روشنایی دارند. همچنین الگوسازی‌های با دید افقی کمتر از ده کیلومتر نیز دارای آریبی بیشتری در مقایسه با دید افقی بیشتر از ده

ریاضی، ن.، ۱۳۸۶، مباحثی در مورد معیارهای رویت‌پذیری و تقویم قمری، مجموعه مقالات سومین همایش رویت هلال و تقویم، ۵۲-۵۵.

صالحی م. و باوی م.، ۱۳۸۷، الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه سازی‌های مرکب، انتشارات عابد، تهران، ایران، ۱۲۵-۱۴۰.

گیاهی یزدی، ح.، ۱۳۸۶، طراحی ضابطه‌ی ترکیبی در رویت هلال ماه، مجموعه مقالات سومین همایش رویت هلال و تقویم، ۱۱۶-۱۲۰.

لاری، ک. س. و صفوی، ح.، ۱۳۸۵، مدل رگرسیونی احیاء آبهای زیرزمینی آلوده و مقایسه آن با الگوریتم ژنتیک، مجموعه مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، ۲۰۷۳ صفحه.

لسانی، م. و فاطمی، ح.، ۱۳۸۶، تشخیص هلال ماه بحرانی با استفاده از روش‌های پردازش تصاویر، مجموعه مقالات سومین همایش رویت هلال و تقویم، ۱۲۱-۱۲۸.

معتضدیان، ا.، رحیم‌پور بناب، ح.، کدخدایی، ع. و رجلی، م.، ۱۳۸۷، تخمین سرعت برشی از روی داده‌های پتروفیزیکی با استفاده از تکنیک الگوریتم‌های ژنتیک: مطالعه موردی در افق غار سازند آسماری در میدان‌های فلات ایران، علوم دانشگاه تهران، ۴، ۵۷-۶۶.

منصورفر، ک.، ۱۳۸۲، روش‌های آماری، انتشارات دانشگاه تهران، ایران.

Ilyas, M, 1994, Lunar crescent visibility criterion and Islamic calendar, Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, **35**, 425-461.

Xin L. W., 2001, Lunar visibility and the Islamic calendar, M.Sc. thesis in mathematics, National University of Singapore, 32pp.

کیلومتر است که از اهمیت دید در رویت‌پذیری هلال حکایت می‌کند؛ به طوری که هرچه دید بیشتر باشد، احتمال رویت هلال ماه بیشتر می‌شود. در نهایت باید توجه کرد که برای عرضه فرمول‌هایی با دقت بیشتر، بایستی رویت هلال ماه‌های قمری بیشتری را از مکان‌های متفاوت، بررسی کرد.

منابع

بازرگانی لاری، ۱۳۸۵، رگرسیون خطی کاربردی، مرکز نشر دانشگاه شیراز.

بانک اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور، www.irimo.ir.

پایگاه اطلاع رسانی کمان آسمانی، <http://www.kamaneasemani.com/>

پایگاه اطلاع رسانی گروه غیر حرفه‌ای رویت هلال ماه، www.ugcs.ir/

پایگاه اطلاع رسانی هلال ماه در ایران، www.helalemah.ir.

پایگاه اطلاع رسانی ستاد استهلال خراسان رضوی، <http://www.estehlal.ir>

حسن‌زاده، ا.، احمدی، م. و شعبانی، ی.، ۱۳۸۷، ماه نو، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد-ایران، ۴۵-۵۱.

حسن‌زاده، ا.، ۱۳۸۶، بررسی حد دانه‌زود در رویت هلال ماه، مجموعه مقالات سومین همایش رویت هلال و تقویم، ۱۴-۲۰.

حکیمی، ع. و ستایشی، س.، ۱۳۸۶، معیار جدید رویت هلال ماه، مجموعه مقالات سومین همایش رویت هلال و تقویم، ۲۱-۳۲.

رستمی، ق.، ۱۳۸۶، مدل مثلثی ایران در پیش‌بینی رویت هلال در روز، مجموعه مقالات سومین همایش رویت هلال و تقویم، ۴۰-۵۱.