



دوفصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی  
سال نهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹  
شماره پیاپی: ۱۸

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب  
مدیر مسئول: اکبر ایرانی  
سر دبیر: محمد باقری  
مدیر داخلی: زینب کریمیان  
ویراستار: پویان رضوانی  
اجرای جلد: محمود خانی

مدیر فنی و امور چاپ: حسین شاملوفرد

همکاران علمی

حسن امینی \* حمید بهلول \* پویان رضوانی \* فاطمه سوادی \* حنیف قلندری \* یونس کرامتی \* امیرمحمد گمینی  
شمامه محمدیفر \* راضیه سادات موسوی \* یونس مهدوی \* سجاد نیکفهم خوبروان

مشاوران علمی

پرویز اذکائی \* یوسف ثبوتی \* توفیق حیدرزاده  
محمدابراهیم ذاکر \* حسن طارمی \* حمیدرضا گیاهی یزدی  
مهدی محقق \* حسین معصومی همدانی \* محمدجواد ناطق \* سیدحسین نصر  
علی بابایف (جمهوری آذربایجان) \* جان لثارت برگرن (کانادا) \* گلن وان پروملن (کانادا) \* احمد جبار (فرانسه)  
سرگی دمیدوف (روسیه) \* رشدی راشد (فرانسه) \* جمیل رجب (کانادا) \* سری رامولا سارما (آلمان)  
ژاک سزینانو (سوئیس) \* جورج صلیبا (امریکا) \* حکیم سید ظل الرحمان (هند) \* رادا چاران گوپتا (هند)  
مصطفی موالدی (سوریه) \* یان پیتر هوخندایک (هلند) \* میچیو یانو (ژاپن)

تصویر پشت جلد: نقش کاشیکاری در آرامگاه سیده نفیسه در قاهره (بنگنید به مقاله نقوش هندسی هنر اسلامی در  
همین شماره میراث علمی)

نشانی مجله: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین خیابان دانشگاه و ابوриحان، ساختمان فروردین، شماره ۱۱۸۲، طبقه چهارم، شماره ۱۶  
کد پستی: ۹۳۵۱۹-۱۳۱۵۶ تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲ دوزنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir  
miraselmi@mirasmaktoob.ir / miraselmi90@gmail.com  
بها: ۶۰۰۰۰۰ تومان



## فهرست

۱ سرسخن

### مقاله

- |    |  |
|----|--|
| ۳  | نقوش هندسی هنر اسلامی  |
|    | اریک پروگ، ترجمه نرگس عصارزادگان                             |
| ۱۳ | دیوفانتوس، کرجی و معادلات درجه دوم                           |
|    | جفری ا. اوکس، ترجمه محمدمهدی کاوه‌یزدی                       |
| ۴۲ | ساعت‌های آفتابی در تونس و دیگر کشورهای قلمرو تمدن اسلامی     |
|    | فتحی جری، ترجمه مهسا راقب                                    |
| ۵۴ | نکاتی پیرامون تصحیح نسخه‌های خطی نجوم دوره اسلامی            |
|    | احمد دلال، ترجمه پویان رضوانی                                |
| ۶۵ | دو متن کهن فارسی درباره زمان‌سنجی با سایه و تعیین اوقات نماز |
|    | پویان رضوانی، ترجمه نسرین حکمی                               |
| ۸۳ | زیج خوارزمی  |
|    | بنو وان دالن، ترجمه محمد باقری                               |
| ۹۸ | پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران                             |
|    | حنیف قلندری  |

### معرفی کتاب

- |     |                |
|-----|----------------|
| ۱۳۷ | بازنامه ناصری  |
|     | شمامه محمدی‌فر |

### نسخه‌های خطی

- |     |   |
|-----|---|
| ۱۳۱ | نسخه تازه یاب شمس الحساب الفخری<br>و انتحال از المرشد فی الحساب<br>علی صفری آق‌قلعه |
|-----|---|

### یادنامه‌ها

- |     |   |
|-----|---|
| ۱۳۸ | والتر هینتس: بنیان‌گذار ایران‌شناسی نوین در آلمان |
|     | انوشه هادزاد                                      |
| ۱۵۵ | بانوی خورشید                                      |
|     | نفیسه نعیمی‌پور                                   |
| ۱۵۸ | درگذشت ریچارد لورچ تاریخ‌نگار دوره اسلامی         |
|     | بنو وان دالن، منسو فولکرتس و محمد باقری           |

### رسائل

- |     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| ۱۶۱ | رساله حساب آتانیای شیرازی             |
|     | سهاک کوکیان، ترجمه حسن امینی          |
| ۱۷۲ | دو رساله کهن درباره قطب‌ها            |
|     | پترا گ. اشمیدل، ترجمه نرگس عصارزادگان |



## دو متن کهن فارسی دربارهٔ زمان سنجی با سایه و تعیین اوقات نماز<sup>۱</sup>

پویان رضوانی<sup>۲</sup>

ترجمهٔ نسرين حکمی<sup>۳</sup>

در این مقاله، چگونگی استفاده از طول سایه برای تعیین اوقات نماز در میان زرتشتیان را، با تمرکز بر بخشی از متن شایست ناشایست، کتاب دینی آنان، که به زبان فارسی میانه (پهلوی) و احتمالاً در سدهٔ سوم هجری نوشته شده است، شرح می‌دهیم. سپس این متن را با بخشی از یک کتاب فارسی دیگر، با عنوان یَوَاقِیْتُ الْعُلُومِ وَذَرَارِیُ النُّجُومِ، تألیف ابومحمد نجار در نیمهٔ سدهٔ ششم هجری مقایسه می‌کنیم. در هر دو متن، مقادیر داده شده برای طول سایهٔ شاخص را، که به اندازهٔ طول قد یک مرد است، دوباره محاسبه می‌کنیم و مناسب‌ترین عرض جغرافیایی را برای آنها می‌یابیم و به منظور بررسی امکان ارتباط تاریخی آنها، شباهت‌های میان دو متن را ذکر می‌کنیم. به‌علاوه، انتقال این روش زمان‌سنجی در تمدن‌های دیگر هم بررسی می‌شود.

در تمدن‌های گوناگون، استفاده از چندین نوع ساعت آفتابی، به‌عنوان ابزار نجومی محاسبهٔ زمان در طول روز رایج بوده است و اطلاعات قابل توجهی برای تشریح طراحی و روش‌های ساخت ساعت‌های آفتابی، در تمدن‌های مصر، یونان، رم، چین، هند و تمدن اسلامی وجود دارد. اما به علت کمبود منابع، اطلاعات ما بسیار محدودتر از آن است که بتوان استفادهٔ نجومی از ساعت‌های آفتابی به وسیلهٔ زرتشتیان در ایران قبل از اسلام را تجزیه تحلیل کرد. برخی شواهد مربوط به استفاده از طول سایهٔ شاخص برای تعیین زمان سپری شده از طلوع آفتاب و

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد پویان رضوانی با عنوان «مبانی نظری ساعت‌های آفتابی در تمدن اسلامی»، همراه با ترجمهٔ رسالهٔ ابن هیثم، «رسالة فی الرخامات الأفقیة» - (رساله در ساعت‌های آفتابی افقی) است. ترجمهٔ انگلیسی آن در منبع زیر منتشر شده که در اینجا به فارسی برگردانده شده است:

Rezvani, Pouyan, "Two Early Persian Texts on Shadow Schemes and the Regulation of the Prayer Times", *Suhayl*, 13, 2014, pp. 119-147.

۲. پژوهشگر پس‌دکتری در پروژهٔ «[ترجمه‌های] عربی و لاتینی [آثار] بطلمیوس» (Ptolemaeus Arabus et Latinus)، آکادمی علوم بایرن، مونیخ، prezvani@ptolemaeus.badw.de

۳. فرهنگ‌نویس، مترجم، hakaminasrin@gmail.com

ظهر، یا باقی مانده تا ظهر و غروب آفتاب را می‌توانیم در برخی متون کهن بیابیم. به علاوه، در مقایسه با مبانی ریاضی زمان‌سنجی با سایه در خاستگاه بابلی، به نظر می‌رسد یک خاستگاه یونانی هم وجود داشته است، که به کمک آن می‌توان رد محاسبه زمان براساس طول سایه هر شخص، برحسب اندازه کف پای او را در سده چهارم یا پنجم پیش از میلاد در نجوم یونانی پیدا کرد.

مورد دیگر، دو مأخذ هندی است، که با نام آرته‌شاستره<sup>۱</sup> (رساله‌ای با موضوع‌های گوناگون، کمی قبل از سال ۳۰۰ پیش از میلاد) و شاردولکارناودانا<sup>۲</sup> (رساله نجومی)، شامل مقدار طول سایه یک شاخص در ظهر و در زمان‌های مختلف، احتمالاً از منابع بین‌النهرینی اقتباس شده‌اند (پینگری، ص ۱-۱۲).

در حدود سال ۴۵۰ میلادی، پالادیوس ریتیلوس تاوروس امیلیانوس<sup>۳</sup>، به اندازه‌گیری طول سایه براساس قد شخص، در هر ساعت از روز و در طول هر ماه در سیسیلی اشاره کرده است. این روش زمان‌سنجی در حوزه مدیترانه به کار می‌رفت و در برخی مناطق دیگر اشاعه یافت. جدول زمان‌سنجی تیبریوس<sup>۴</sup> (ح ۸۵۰م)، برای عرض جغرافیایی احتمالی ۵۳° و جدول بید (۷۰۰-۷۳۰م، انگلستان)، نمونه‌های دیگری از این روش زمان‌سنجی است.

مدرک تازه‌ای که اخیراً کشف شده است، نشان می‌دهد زرتشتیان، و نیز مسلمانان، این روش را برای تنظیم اوقات نماز به کار می‌بردند. در دوره ساسانیان (۲۲۶-۶۵۲م)، زرتشتیان در ایران اکثریت را تشکیل می‌دادند و از تقویم ساسانی<sup>۵</sup> استفاده می‌کردند. دو منبع در اختیار داریم که دانش زرتشتیان را در زمینه شاخص‌ها در آن زمان نشان می‌دهد. یکی از این دو منبع، رساله‌ای از بیرونی به نام به نام افراد المقال فی امر الظلال است، که در آن مطلبی از زیج شاه (یا زیج شهریار)، نقل کرده است. زیج شاه در دوره ساسانی تألیف شده و نسخه‌ای از آن به جا نمانده است. بخش نقل شده توسط بیرونی، در مورد تعیین زاویه ساعتی خورشید بر اساس طول سایه شاخص، با استفاده از روش‌های مثلثاتی است.

شاهد دیگری از دانش نجومی احتمالی زرتشتیان در زمینه شاخص‌ها، در فصل ۲۱ کتاب شایست ناشایست، کتاب دینی آنها، وجود دارد. این متن روشی را توضیح می‌دهد که شخص به کمک آن می‌تواند از سایه شاخص برای تعیین اوقات نماز استفاده کند<sup>۶</sup>. ظاهراً بخش اصلی این

1. Arthāśāstra

2. Śārdūlakarṇāvadāna

3. Palladius Rituilius Taurus Emilianus

۴. تیبریوس (Tiberius)، راهبی مقیم یک صومعه در دره ییلاقی آنگولوساکسون، در نزدیکی عرض جغرافیایی ۵۳°، که در حدود سال ۸۵۰م، در همانجا جدولی برای زمان‌سنجی تنظیم کرد.

۵. این تقویم شامل ۳۶۵ روز در ۱۲ ماه و پنج روز اضافه در انتهای ماه دوازدهم و یک ماه اضافه در هر ۱۲۰ سال است.

۶. اولین بار، محمد باقری توسط مرحوم همایون صنعتی‌زاده از این متن باخبر شد و بررسی آن را به من (مؤلف) پیشنهاد کرد.

کتاب را مؤلف ناشناسی در پایان عصر ساسانی<sup>۱</sup> (سده های ۶-۷م) تألیف کرده و احتمالاً بخش های دیگر در دوره اسلامی، حدود سده سوم هجری افزوده شده است. ولی کهن ترین نسخه خطی موجود از این متن، بعدها در زمانی میان سال های ۱۳۵۱-۱۳۹۷ میلادی<sup>۲</sup> رونویسی شده و اطمینانی وجود ندارد که فصل ۲۱ این کتاب، بخشی از متن اصلی باشد. البته تعداد زیادی از متون زرتشتی، از جمله در مورد عبادت، مراسم نماز و آیین های نیایش، حتی پس از سده سوم هجری، به زبان فارسی میانه (پهلوی) نوشته شده است. پیش از زرتشت (که دینش از سده ششم پیش از میلاد، تا سده هفتم میلادی پیوسته در حال شکوفایی و رونق بود)، ایرانیان روزی سه بار، هنگام طلوع آفتاب، ظهر و غروب آفتاب، عبادت می کردند. این زمان ها، طول روز را به دو بخش تقسیم می کرد، هاوانی<sup>۳</sup> در نوبت صبح، اوزرین<sup>۴</sup> در نوبت بعد از ظهر و آئیوسروثریم<sup>۵</sup> در نوبت غروب. زرتشت دو نوبت دیگر برای عبادت تعیین کرد. یکی از این دو نوبت جدید به نام رَپِشَوَن (رپتون<sup>۶</sup>)، ظهر شروع می شد و تا پایان بخش اول بعد از ظهر ادامه می یافت. نوبت دوم به نام اوشه<sup>۷</sup>، (یا اوشهین<sup>۸</sup>)، نیمه شب شروع می شد و تا آغاز سپیده صبح روز بعد ادامه داشت.

بنابراین، پنج نوبت عبادت زرتشتیان عبارت بود از: هاوانی (هاون گاه)، رپتون (رپتون گاه)، اوزرین (اوزرین گاه)، آئیوسروثریم (آئیوسروثریم گاه) و اوشهین (اوشهین گاه).

در بخش اول متن (شایست ناشایست)، مقادیر طول سایه شخص، برحسب قدم های او، برای ظهر داده می شود، در زمان هایی که خورشید در طول سال<sup>۹</sup>، در ابتدا، یا در وسط هر یک از برج های منطقه البروج است. در بخش دوم، مقادیر طول سایه برای تعیین اوقات نماز اوزرین در انقلابین و آغاز برج اسد داده می شود. علاوه بر آن، مؤلف متن قاعده ریاضی ساده ای برای محاسبه اوقات نماز اوزرین در همراه عرضه می کند. احتمالاً او به اوقات نماز اوزرین و انقلابین به عنوان سرنخ این قاعده استناد کرده است، و از آنجا که این قاعده برای آغاز برج اسد<sup>۱۰</sup> معتبر نیست، زمان عبادت اوزرین را برای این طول جغرافیایی<sup>۱۱</sup> جداگانه ذکر کرده است.

۱. شایست ناشایست، ص ۱۳ (مقدمه).

۲. همان، ص ۱۹-۲۰ (مقدمه).

3. Hāwāni  
4. uzayra/ uzerin  
5. aiwīrothrem  
6. rapithwan  
7. ushah  
8. ushahin

۹. شایست ناشایست، ص ۲۵۱-۲۵۳.

۱۰. چنان که می دانیم، تغییر میل خورشید در طول سال، خطی نیست و طول دایره البروج به کندی، از ۹۰° تا ۱۲۰° کاهش می یابد (از شروع برج سرطان تا شروع برج اسد)؛ سومین بند در بخش «مقادیر طول سایه برای زمان عبادت اوزرین» از متن حاضر را ببینید.  
۱۱. در یک نسخه خطی شایست ناشایست که در کتابخانه مهرجی رانا در شهر نوساری (Navsari) در ایالت گجرات هند نگهداری می شود، این فصل تحت عنوان «حقیقت زمان عبادت رَپِشَوَن و زمان عبادت اوزرین» آمده است (برگ ۲۶ پ).

## زمان‌سنجی با سایه در دوره اسلامی

در اسلام، دو سنت مشخص در نجوم و زمان‌سنجی نجومی وجود داشت. اولین سنت براساس ریاضیات، به‌خصوص مثلثات، استوار بود و جدول‌های مفصلی برای زمان‌سنجی به‌کمک خورشید و ستارگان عرضه می‌شد. سنت دوم، نجوم عامیانه بر مبنای طرح عددی بود. ادامهٔ مطلب را بر همین اساس پیش می‌بریم. کاربرد گستردهٔ سایهٔ شاخص در نجوم عامیانهٔ دورهٔ اسلامی، با آوردن مثال‌هایی از منابع مختلف اسلامی عرضه می‌شود، که شامل یک بخش یا بیشتر، در مورد کاربرد طول سایهٔ شاخص برای مقاصد گوناگون، از جمله اهداف مذهبی یا جغرافیایی است. چنان‌که می‌دانیم، جغرافی دانان مسلمان (احتمالاً) به پیروی از بطلمیوس<sup>۱</sup>، نیمکرهٔ شمالی را به هفت اقلیم تقسیم می‌کردند. آنها اقلیم‌ها را بر مبنای طول سایهٔ شخص بر حسب قدم‌های او، در وسط روز و در اعتدالین، تعیین می‌کردند. پیشینهٔ تاریخی این روش تعیین عرض جغرافیایی را می‌توان به هیپارخوس نسبت داد.

در منابع اسلامی هم متون مشابهی هست که در آنها طول سایهٔ شاخص برای به‌جا آوردن دو نوبت نماز مسلمانان مشخص شده است. یکی از آنها، با عنوان یواقیت العلوم ودراری النجوم، نوعی دایرةالمعارف علوم، به‌زبان فارسی است که توسط ابو محمد نجار، احتمالاً نیمهٔ سدهٔ ششم هجری در قزوین تألیف شده است. در فصل ۲۷ این کتاب («در علم نجوم»)، مؤلف برای هریک از برج‌های منطقهٔ البروج، وقتی خورشید در ده روز اول، دوم یا سوم در هریک از برج‌هاست<sup>۲</sup>، به سه مقدار طول سایهٔ نیمروز اشاره کرده است. در ادامه، مقادیر طول سایهٔ داده‌شده در این کتاب را بررسی می‌کنیم. در دیگر منابع اسلامی هم مثال‌هایی که به طول سایهٔ شخص به‌عنوان ابزار تعیین زمان روز<sup>۳</sup> اشاره کرده‌اند، هست. اکنون، ترجمهٔ بخش‌هایی از دورساله را، که موضوع اصلی این مقاله را تشکیل می‌دهد، می‌آوریم.

## ۲. الف) ترجمهٔ بخشی از شایست ناشایست در باب تعیین اوقات نماز

### فصل بیست و یکم

۱. نشان سایهٔ نیمروز را می‌نویسم، فرخ باد.

۲. [چون] خورشید در [سر برج] خرچنگ (= سرطان) [باشد، در نیمروز طول سایهٔ مرد] یک پنجم [طول] پای مرد [است]؛ پانزدهم (= نیمه) [برج] خرچنگ، یک پای؛ [چون] خورشید در

۱. بطلمیوس در کتاب مجسطی به هفت اقلیم اشاره می‌کند، مقالهٔ ششم، بخش دوم، ص ۳۱۵.

۲. یواقیت العلوم ودراری النجوم، ص ۲۴۲-۲۴۴؛ این کتاب در ایران بر مبنای سه نسخهٔ خطی، چاپ و منتشر شد: تهران، کتابخانه مجلس، شمارهٔ ۵۴۹۳؛ تهران، مؤسسهٔ لغتنامهٔ دهخدا، شمارهٔ ۱۹؛ کتابخانهٔ ایاصوفیه، شمارهٔ ۴۳۵۹.

۳. مدرس رضوی، ص ۶۲۲-۶۲۳؛ نوری، ص ۳۱۷-۳۱۵.

[سر برج] شیر (= اسد) [باشد]، یک پای و نیم؛ پانزدهم شیر، دو پای؛ [چون] خورشید در [سر برج] خوشه (= سنبله) [باشد]، دو پای و نیم؛ در پانزدهم خوشه، سه پای و نیم؛ در ترازو (= میزان)، چهار پای و نیم؛ پانزدهم ترازو، پنج پای و نیم؛ در کژدم (= عقرب)، شش پای و نیم؛ پانزدهم کژدم، هفت پای و نیم؛ نیمسب (= قوس)، هشت پای و نیم؛ پانزدهم نیمسب، نه پای و نیم؛ بزغاله (= جدی)، ده پای؛ پانزدهم بزغاله، نه پای و نیم؛ دول (= دلو)، هشت پای و نیم؛ پانزدهم دول، هفت پای و نیم؛ ماهی (= حوت)، شش پای و نیم؛ پانزدهم ماهی، پنج پای و نیم؛ بره (= حمل)، چهار پای و نیم؛ پانزدهم بره، سه پای و نیم؛ گاو (= ثور)، دو پای و نیم؛ پانزدهم گاو، دو پای؛ در دوپیکر (= جوزا)، یک پای و نیم؛ پانزدهم دوپیکر، یک پای.

۳. سایه نیمروز [چون] گشت (= دیگرگون شد)، [آدمی] نیک فرجام باد!

۴. نشان اوزیرن [گاه] را می نویسم؛ [که] خوب و فرخ باد، با یاری ایزدان.

۵. چون [بلندی] روز افزاینده باشد، خورشید بر سر [برج] خرچنگ آید و [طول] سایه [مرد] شش پا و دو بهر شود؛ گاه اوزیرن را باید بگیرد (= به شمار آورد).

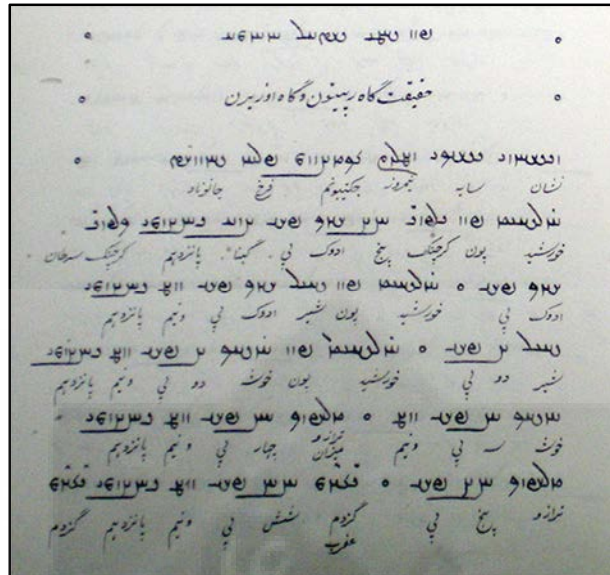
۶. هر سی روزی، [سایه] یک پای و یک سوم همی افزاید، اینک چون هر ده روز، نیم پای شمرده همی شود؛ [چون] خورشید در سر [برج] شیر [باشد، طول] سایه [مرد] هفت پای و نیم [است].

۷. بر همین منوال، [چون] هر اختری (= برجی) همان گونه، و ماهها [نیز] همان گونه [است]؛ تا خورشید بر سر [برج] بزغاله آید، [پس] سایه [مرد] چهارده و نیم پای و دو بهر می شود.

۸. در [برج] بزغاله، [سایه] یک سوم پای باز می کاهد، [و] از آن جای باز می گردد چنان که کاستن [طول] شب و افزودن [طول] روز، [نیز] چنین است. سایه در [هر یک ماه، یک پای و] یک سوم [پای] کاسته می شود؛ چنان که (در) هر ده روز، نیم پای شمرده همی شود؛ تا باز به شش پای و دو بهر آید (= رسد). [در] هر اختری همان گونه و [در] ماهها [نیز] همان گونه [است].

۸. الف) نوشتم و به فرجام رساندم [این مکتوب را] من، بنده دین، مهر- آبان کیخسرو و هیربدزاده.

۸. ب) نوشتم [برای] خویش؛ من، استاد پشتون رام، هیربد.



تصویر شماره ۱. نسخه خطی شایست ناشایست، در کتابخانه مهرجی رانا (نوساری، هند)، شماره ۳/۳

## ب) ترجمه فصل ۲۷ یواقیت العلوم ودراری النجوم<sup>۱</sup> در باب تعیین طول سایه در ظهر مسئله ۱۲: شناختن زوال آفتاب به اقدام چگونه باشد؟

**جواب:** زوال آفتاب به زیادت سایه اشخاص بدانند. و آن چنان باشد که چوبی راست به زمین فرو برند تا چون آفتاب برآید سایه از سر چوب سوی مغرب افتد دراز. آنگاه چنانکه آفتاب بر می آید آن سایه می کاهد و از سوی مغرب می گردد، تا آنگاه که آفتاب به غایت ارتفاع خویش رسد، سایه وقفه کند. آنگاه دیگر باره در زیادت افتد. آن لحظه که زیادت سایه در توان یافتن، وقت زوال باشد. و در علم خدای تعالی آفتاب پیش از آن زوال خود کرده بود، ولیکن خطاب شرعی آنگاه متوجه شود که محسوس گردد. و اما قدر سایه در آزمان و بلدان بگردد. و غایت طول سایه در عرض قزوین و ری یازده قدم باشد. اما مثال چنان بود که چون آفتاب به حمل آید در عشر اول چهار قدم و چهار یک از قدم<sup>۲</sup> بگردد، و در عشر دوم بر چهار قدم و شش یک از قدم<sup>۳</sup> بگردد، و در عشر سوم بر سه قدم و نیم<sup>۴</sup> بگردد.

۱. برای این بخش، از دو نسخه از متن استفاده شده است؛ یکی از آنها در سال ۱۹۸۵، توسط مرحوم محمدتقی دانش پژوه منتشر شد، و دیگری دستنویسی است که در مؤسسه لغتنامه دهخدا (به شماره ۹۵) موجود است. هر جا برای مقادیر تعیین طول سایه، گزارش ها متفاوت بوده است، مورد صحیح تر را انتخاب کرده و مورد دیگر را در زیرنویس داده ایم. از اینجا به بعد، از نشانه اختصاری «ل» برای مشخص کردن نسخه دستنویس استفاده شده است.

۲. ل: سه قدم، کم شش یکی از قدم

۳. ل: دو قدم و دو بهره از قدم

۴. ل: دو قدم و شش یک از قدم





و چون به ثور آید در عشر اول بر سه قدم کم شش یکی از قدم بگردد، و در عشر دوم بر دو قدم و دو بهر از قدم بگردد، و در عشر سوم بر دو قدم و شش یک از قدم<sup>۱</sup> بگردد.

و چون به جوزا آید در عشر اول بر یک از قدم و چهار شش یک از قدم بگردد، و در عشر دوم بر قدمی و دو بهر از قدمی بگردد، و در عشر سوم بر قدم و نیم بگردد.

و چون به سرطان آید در عشر اول بر یک قدم و سه یک از قدمی بگردد، و در عشر دوم بر یک قدم و نیم بگردد، و در عشر سوم بر دو قدم و شش یک از قدمی بگردد.

و چون به اسد آید در عشر اول بر دو قدم و چهار ربع<sup>۲</sup> از قدمی بگردد، و در عشر دوم بر سه قدم و سدس قدمی<sup>۳</sup> بگردد، و در عشر سوم بر سه قدم و نیم<sup>۴</sup> بگردد.

و چون به سنبله آید در عشر اول بر چهار قدم و سدس قدمی بگردد، و در عشر دوم به چهار قدم و چهار سدس قدمی بگردد، و در عشر سوم به پنج قدم و سدس قدمی بگردد.

و چون به میزان آید در عشر اول بر شش قدم بگردد، و در عشر دوم بر شش قدم و سه ربع از قدمی بگردد، و در عشر سوم هفت قدم و ربع قدمی بگردد.

و چون به عقرب آید در عشر اول به هشت قدم و سدس قدمی بگردد، و در عشر دوم بر نه قدم و سدس قدمی<sup>۵</sup> بگردد، و در عشر سوم بر نه قدم و سه ربع قدمی بگردد.

و چون به قوس آید در عشر اول به ده قدم بگردد، و در عشر دوم به ده قدم و چهار سدس قدمی بگردد، و در عشر سوم به یازده قدم بگردد.

و چون به جدی آید در عشر اول به ده قدم و چهار سدس قدمی بگردد، و در عشر دوم به ده قدم بگردد، و در عشر سوم به نه قدم و نیم بگردد.

و چون به دلو آید در عشر اول به نه قدم بگردد، و در عشر دوم به ده قدم و سه ربع<sup>۶</sup> بگردد، و در عشر سوم به نه قدم و سدس قدمی<sup>۷</sup> بگردد.

و چون به حوت آید در عشر اول به هفت قدم و نیم<sup>۸</sup> بگردد، و در عشر دوم به شش قدم بگردد، و در عشر سوم به پنج قدم و ربعی بگردد.

۱. ل: اطلاعی درباره طول سایه زمانی که خورشید در ثور باشد نیامده است.

۲. گرچه این مقدار در هردو نسخه نقل شده است، از لحاظ محاسباتی درست نیست. در چنین شرایطی بنا بر مبانی نظری ساعت‌های

آفتابی، برای محاسبه دو پا و یک چهارم را در نظر می‌گیریم.

۳. ل: سه قدم و یک سدس قدم و نیم

۴. ل: اطلاعی درباره ده روز سوم نیامده است.

۵. ل، اطلاعی درباره ده روز دوم نیامده است.

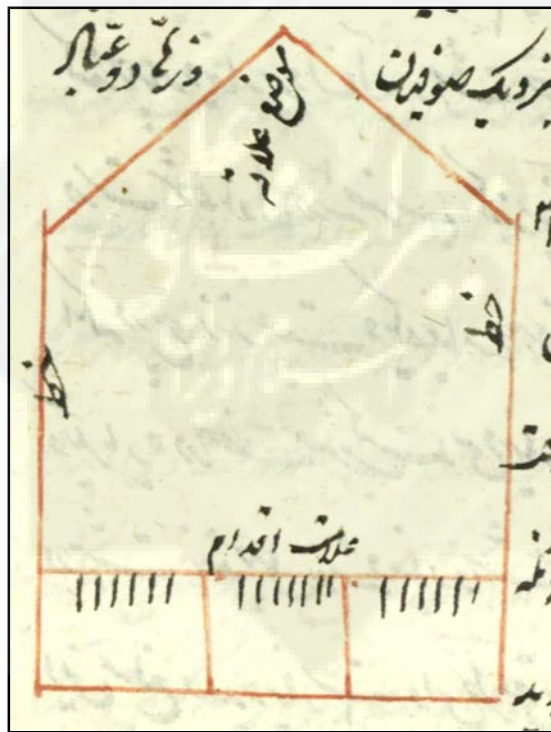
۶. ل، هشت قدم و نیم

۷. ل، هفت قدم و نیم

۸. ل، هشت قدم و نیم

و این به تحقیق نزدیکتر است. و آن بهتر باشد که مؤذن چون مقیاس معتمد دارد روز به روز سایه زوال می‌گیرد و نشان می‌کند و نماز دیگر بر آن حساب می‌کند بعد هفت قدم و صورت مقیاس این است: (تصویر شماره ۲)

و این مشهور است نزدیک صوفیان و زهاد و عباد که بدان مراعات سایه کنند برای اوقات نماز و عبادات. مصطفی صلی الله علیه و سلم می‌فرماید «خيار عباد الله الذين يحبون الله ويحبون إلی عباده والذين يراعون الشمس والنجوم والاطلة لذكر الله تعالى»<sup>۱</sup> در معرفت وقت نماز دیگر نیک احتیاط کند. آن سایه که آفتاب بر وی زوال کرده باشد نشان کند، آنگاه به مقدار بالای آن چوب که سایه افکنده است بر سر آن سایه زوال آن روز افزایش. چون سایه اینجا رسد، وقت نماز دیگر باشد. والله اعلم بالصواب.



تصویر شماره ۲. نوعی شاخص برای تعیین زمان نماز عصر، که مسلمانان به کار می‌بردند.  
یواقیت العلوم ودراری النجوم، دستنویس کتابخانه مؤسسه لغتنامه دهخدا، شماره ۹۵، گ ۶۴ ر

۱. ترجمه عبارت عربی: بهترین پندگان خدا آناند که خدا را دوست دارند و به بندگانش مهر می‌ورزند و آنان که به خورشید و ستارگان و سایه‌ها برای یاد خدای تعالی توجه می‌کنند.

## شرح

## الف) مقدار عددی طول سایه نیمروز شخص. در آغاز و نیمه هریک از برج‌های منطقه البروج، در شایست ناشایست

چنان‌که قبلاً اشاره شد، مقادیر طول سایه یک شاخص برای تعیین اوقات نماز زرتشتیان، که در کتاب شایست ناشایست ذکر شده است، شباهت‌هایی با برخی منابع نجومی اسلامی مربوط به این موضوع دارد، که تحت تأثیر منابع کهن‌تر هندی و یونانی بودند.<sup>۱</sup> بعضی اطلاعات نجومی نقل شده در چنین منابعی، به عنوان نجوم عامیانه تلقی می‌شود.<sup>۲</sup> باید یادآور شویم، چون شایست ناشایست برای مردم عادی (غیرحرفه‌ای) نوشته شده و کتابی نجومی نیست، طول‌های سایه که در این کتاب ذکر می‌شود، محاسبه نشده، بلکه احتمالاً از طریق مشاهده مستقیم به دست آمده است، بنابراین، به ابزار ریاضی بسیار دقیق، مثل جدول سینوس‌ها، نیاز نبوده است. بررسی مقادیر نشان می‌دهد هریک بر اساس مضرب  $0/5$  پا گرد شده است. از این گذشته، چون ردی از یک گروه، نهاد، یا کار حرفه‌ای بر اساس فرمول ریاضی و نجومی، برای تعیین اوقات نماز در دین زرتشتی نیست، و حتا امروزه وظیفه روحانیان آنهاست که بر اساس سنت شفاهی، آن را مشخص کنند، می‌توانیم به این مقادیر، که در شایست ناشایست مطرح شده، به عنوان نجوم عامیانه نگاه کنیم.

اگر طول پای شخص را  $\frac{1}{7}$  بلندی قد بگیریم<sup>۳</sup>، و اگر بر اساس زاویه میل خورشید، عرض جغرافیایی متناظر برای هر طول سایه ذکر شده در شایست ناشایست را با روش‌های ریاضی جدید محاسبه کنیم، متوجه می‌شویم که عرض‌های جغرافیایی متناظر محاسبه شده، نسبت به طول سایه‌های گوناگون، نامساوی هستند، گرچه می‌توان فرض کرد که همه آنها اساساً در یک عرض جغرافیایی مشاهده شده‌اند. در ادامه نشان می‌دهیم که همه عرض‌های جغرافیایی محاسبه شده به یک مقدار میانگین، برابر با  $30;31^{\circ}$  منتج می‌شود.

به نظر می‌رسد اختلاف عرض‌های جغرافیایی نتیجه عمل گرد کردن طول سایه‌ها<sup>۴</sup> توسط مؤلف است. در هر حال، باید این نکته را در نظر داشت که این متن دینی، برای اهداف نجومی، ریاضی، جغرافیایی و غیره نوشته نشده، بنابراین، مؤلف احساس نیاز جدی برای دقت در مقادیر، نداشته است.

۱. کینگ، ۲۰۰۴-۲۰۰۵، جلد اول، ص ۴۷۶.

۲. همان، ص ۴۷۳-۴۹۵، ۵۰۲، ۵۱۴-۵۱۷.

۳. بیرونی، ۱۹۸۴، ص ۳۶.

۴. در ادامه نشان خواهیم داد که محتمل‌ترین روش ذکر مقادیر توسط مؤلف، گرد کردن آنهاست. برای این منظور، روش درونیایی را بررسی خواهیم کرد.

### ب) محاسبه دوباره سازگارترین مقادیر در شایست ناشایست

در این بخش، محاسبات را بیشتر بسط می‌دهیم تا مناسب‌ترین عرض جغرافیایی نسبت به طول‌های سایه ثبت‌شده در متن (شایست ناشایست) را بیابیم. برای این منظور، یک برنامه کامپیوتری طراحی کردیم، که مقادیر طول سایه ظهر را در آغاز و در وسط هریک از برج‌های منطقه البروج، در طی سال و در عرض‌های جغرافیایی گوناگون محاسبه کند. داده‌های برنامه عبارتند از میل خورشید ( $\delta$ ) و عرض‌های جغرافیایی ( $\phi$ ) با گام  $1^\circ$  از  $25^\circ$  تا  $40^\circ$ . این برنامه، وقتی خورشید در ابتدا و در وسط هریک از برج‌های منطقه البروج است، برای هر عرض جغرافیایی یک رشته مقادیر طول سایه ظهر را محاسبه می‌کند. سپس، مقدار تفاوت‌های میان مقدار مطلق محاسبه‌شده برای عرض جغرافیایی مورد نظر و مقدار متناظر داده شده در متن را محاسبه کردیم. آنگاه آن عرض جغرافیایی را انتخاب کردیم که متناظر با رشته اعدادی است که در مجموع کمترین تفاوت را دارند و مقادیر آن تقریباً منطبق با داده‌های متن است. بر مبنای این محاسبه، مقادیر عرض‌های جغرافیایی میان  $31^\circ 18'$  و  $31^\circ 42'$ ، با داده‌ها مطابقت دارد. بنابراین می‌توانیم عرض جغرافیایی میانگین را ( $31^\circ 30'$ ) بدانیم که بیش از همه با مقادیر موجود تناسب دارد. همچنین از روش حداقل میانگین مربعات برای محاسبه استفاده کردیم و این محاسبه نشان داد که بخش جنوب زابلستان  $1^\circ (31^\circ)$  و یزد  $2^\circ (32^\circ)$ ، دو منطقه مهم در مجموعه این مقادیر، در ایران قرار دارند. چنان‌که می‌دانیم، در تاریخ زرتشتیان، یزد یکی از شهرهای مهم و عبادتگاه اصلی آنها در همان نزدیکی است. اطلاعات تاریخی در مورد یزد، محاسبات ما را تأیید می‌کند.

از این گذشته، برای یافتن مقادیر طول سایه، محاسبه را به کمک درونیایی خطی، براساس طول‌های سایه در اعتدالین و انقلابین، به عنوان مقادیر پایه، تکرار کردیم و دو بار این روش را به کار بردیم؛ اولین بار، چهار مقدار را بر اساس طول‌های سایه در متن، انتخاب کردیم و دومین بار، مقادیر اصلی را مطابق با مناسب‌ترین عرض جغرافیایی برگزیدیم و سرانجام، آنها را با مقادیر موجود در متن مقایسه کردیم و چنین نتیجه گرفتیم که مؤلف، احتمالاً مقادیر را گرد کرده و از روش درونیایی خطی استفاده نکرده است.

در جدول شماره ۱،  $S_z(F)$  و  $S_y(F)$ ، حاکی از طول سایه یک شخص، براساس قدم‌هایش، برای عرض جغرافیایی جنوب زابلستان و یزد است.<sup>۳</sup> به علاوه، مقادیر درج‌شده در متن را از مقادیر محاسبه‌شده کسر کرده‌ایم و تفاوت‌ها را در پرانتز نشان داده‌ایم.

۱. زابلستان منطقه‌ای تاریخی، تقریباً مطابق با استان زابل امروزی در جنوب افغانستان و بخشی از سیستان امروزی در ایران است. بیرونی (۲۰۰۲، صفحه ۵۲)، عرض جغرافیایی زابلستان را میان  $30^\circ$  و  $32^\circ$  ذکر می‌کند.

۲. عرض جغرافیایی یزد در منابع دوره اسلامی، ذکر شده که به مقدار امروزی  $31^\circ 53'$  بسیار نزدیک است.

۳. برای محاسبه طول‌های سایه، از مقدار بیرونی برای تعداد قدم‌های یک شخص به ارتفاع خودش (۷) استفاده کردیم. غیر از آن، انتخاب مقدار  $23^\circ 26'$  یا  $24^\circ$ ، برای انحراف دایره البروج، بر نتایج نهایی تعیین شهرها تأثیر ندارد. از آنجا که تنوع مقادیر میل دایره البروج جزئی است، می‌توانیم آن را مقدار ثابتی برابر با  $23^\circ 26'$  بگیریم.



$\lambda$	$S_z(F)$	$S_y(F)$
$0^\circ$	$4/21 (-0/29)$	$4 (-0/50)$
$15^\circ$	$3/35 (-0/15)$	$3 (-0/50)$
$30^\circ$	$2/46 (-0/04)$	$3 (0/50)$
$45^\circ$	$1/87 (-0/13)$	$2 (0/00)$
$60^\circ$	$1/33 (-0/17)$	$1 (-0/50)$
$75^\circ$	$1/05 (0/05)$	$1 (0/00)$
$90^\circ$	$0/93 (-1/07)$	$1 (0/00)$
$105^\circ$	$1/01 (0/01)$	$1 (0/00)$
$120^\circ$	$1/33 (-0/17)$	$1 (-0/50)$
$135^\circ$	$1/76 (-0/24)$	$2 (0/00)$
$150^\circ$	$2/45 (-0/05)$	$3 (0/50)$
$165^\circ$	$3/16 (-0/34)$	$3 (-0/50)$
$180^\circ$	$4/18 (-0/32)$	$4 (-0/50)$
$195^\circ$	$5/13 (-0/37)$	$5 (-0/50)$
$210^\circ$	$6/34 (-0/16)$	$7 (0/50)$
$225^\circ$	$7/45 (-0/05)$	$8 (0/50)$
$240^\circ$	$8/63 (0/13)$	$9 (0/50)$
$255^\circ$	$9/42 (-0/08)$	$10 (0/50)$
$270^\circ$	$9/79 (-0/21)$	$10 (0/00)$
$285^\circ$	$9/52 (0/02)$	$10 (0/50)$
$300^\circ$	$8/66 (0/16)$	$9 (0/50)$
$315^\circ$	$7/62 (0/12)$	$8 (0/50)$
$330^\circ$	$6/34 (-0/16)$	$6 (-0/50)$
$345^\circ$	$5/26 (-0/24)$	$5 (-0/50)$

جدول شماره ۱. مقادیر طول سایه برای یزد و زابلستان در متن شایست ناشایست، که در این جدول از نو محاسبه شده است.

در نسخه خطی شایست ناشایست، که در کتابخانه مهرجی‌رانا (شهر نوساری در هند)،

نگهداری می‌شود، برخی از مقادیر طول‌های سایه در ظهر، در آغاز و در وسط برج‌های منطقه البروج، متفاوت با نسخه چاپی ایران در ۱۳۶۹ است (در ادامه مطلب، از «نسخه هند»، برای نسخه مهرجی رانا و از «نسخه ایران»، برای نسخه چاپی ایران استفاده می‌کنیم). یکی از تفاوت‌ها، مربوط به طول سایه در ظهر، در وسط برج میزان است. طول این سایه در نسخه هند، ۵ پا ثبت شده است، اما براساس محاسبات ما برای طول جغرافیایی یزد و بخش جنوبی زابلستان، مقدار داده شده ۵/۵ پاست، که در نسخه ایران دقیق‌تر به نظر می‌رسد. مقادیر طول سایه قیدشده در ترجمه انگلیسی متن، مانند نسخه ایران است، جز در مورد طول سایه در آغاز برج سرطان.

تفاوت دیگر میان دو نسخه، مربوط به طول‌های سایه در وسط برج جدی و آغاز برج دلو است. در نسخه هند، این مقادیر ۶/۵ و ۷/۵ پا گزارش شده، اما، در نسخه ایران، ۹/۵ و ۸/۵ پا ثبت شده است. غیر از آن، در هر دو نسخه طول‌های سایه برای آغاز برج جدی و وسط برج دلو، ۱۰ و ۷/۵ پا ثبت شده است. اما، از آنجا که طول سایه از آغاز برج جدی تا آغاز برج سرطان مرتب در حال تغییر است، و در عین حال بر مبنای مقادیر طول‌های سایه از نو محاسبه شده برای یزد و جنوب زابلستان است، هر دو مقدار ثبت شده در نسخه هند، غیر دقیق است.

نحوه نقل مقادیر طول سایه توسط مؤلف متن به شیوه تیریوس بسیار شبیه است. هر دو، طول‌های سایه وسط روز برای درجه اول و پانزدهم هر یک از برج‌های منطقه البروج را ذکر می‌کنند (البته جدول تیریوس، شامل مقادیر طول‌های سایه برای صبح و ساعت ۹ همان تاریخ‌ها هم هست).

### مقادیر طول سایه برای اوقات نماز اوزرین

در بخش دیگر فصل ۲۱ (شایست ناشایست)، مؤلف روشی برای تعیین وقت نماز اوزرین (از سه ساعت بعداز ظهر تا سر شب و ظاهر شدن ستارگان)، بر مبنای طول سایه شخص عرضه می‌کند.<sup>۱</sup> بر این اساس، به نظر می‌رسد زرتشتیان، همچون مسلمانان، اوقات نمازشان را بر پایه طول سایه یک شاخص (طول سایه شخص) تعیین می‌کردند.

مؤلف در این بخش نوشته است که مقدار طول سایه شخص در وقت نماز اوزرین، در انقلاب تابستانی، ابتدای برج اسد و در انقلاب زمستانی به ترتیب ۶ پا و «۲ بهر»، ۷/۵ پا، ۱۴ پا و «۲ بهر»<sup>۲</sup> است که بر این اساس از انقلاب تابستانی تا انقلاب زمستانی، طول سایه در هر ۳۰ روز

۱. اوشیدری، صفحه ۱۴۰؛ اوقات نمازهای زرتشتیان براساس رسوم شفاهی و نظر روحانیت آنها تعیین می‌شود (و نه بر مبنای ریاضی یا نجوم).

۲. شایست ناشایست، ص ۲۵۲، ۲۵۳.

۳. «بهر» در اینجا به معنی یک سوم است.



حدود  $1\frac{1}{3}$  و در هر ۱۰ روز،  $\frac{1}{5}$  پا افزایش می‌یابد و وقتی خورشید به انقلاب تابستانی بر می‌گردد، طول سایه به همان میزان کاهش می‌یابد.

بنا بر متن، تفاوت طول‌های سایه در انقلابین،  $14\frac{2}{3} - 6\frac{2}{3} = 8$  است. بنابراین، نرخ میانگین افزایش طول سایه در میانهٔ انقلابین برای هر ماه،  $\frac{8}{6} = \frac{4}{3} = 1\frac{1}{3}$  و برای هر ۱۰ روز،  $1\frac{1}{3} \div 3 = \frac{4}{9} \cong \frac{1}{2}$  است و در طول ماه‌های دیگر، افزایش طول سایه بیش از آن روزهاست، که این کاهش را جبران می‌کند. چنان‌که می‌بینیم، نویسندهٔ متن برای آغاز برج اسد، به‌جای  $8 = 6\frac{2}{3} + 1\frac{1}{3}$ ،  $7\frac{1}{2}$  را ثبت کرده است.<sup>۱</sup> این تفاوت ( $\frac{1}{2}$  پا) در ماه‌های دیگر جبران می‌شود. همچنین کاهش طول سایه به میزان  $\frac{1}{3}$ ، به‌جای  $1\frac{1}{3}$  پا برای برج جدی ذکر شده است. این تفاوت نیز (۱ پا) در ماه‌های دیگر<sup>۲</sup> جبران می‌شود. جدول شماره ۲، S مقادیر طول سایه در سه روز ذکر شده برای وقت نماز اوزرین در بالا را بر مبنای پا (قدم) نشان می‌دهد. [ $\lambda$  طول دایره البروجی خورشید و از لحاظ عددی تقریباً مساوی روزهای گذشته از اعتدال بهاری است].

$\lambda$ طول دایره البروجی خورشید	S (F) مقدار طول سایه	ساعت‌های گذشته از ظهر (بر مبنای طول سایه ذکر شده در متن)
$90^\circ$	$6 + \frac{2}{3} = 6,67$	۳/۲۵
$120^\circ$	$7,5$	۳/۴۲
$270^\circ$	$14 + \frac{2}{3} = 14,67$	۲/۳۳

جدول شماره ۲. زمان گذشته از ظهر برای نماز اوزرین، برای سه روز مهم سال، بر مبنای شایست ناشایست

اما، چنان‌که قبلاً ذکر شد، می‌دانیم که وقت نماز اوزرین، با زمان ۳ ساعت از ظهر گذشته تطبیق دارد، بنا براین آن مقادیر را برای مناسب‌ترین عرض جغرافیایی ( $31;30^\circ$ )، از نو محاسبه می‌کنیم و سه مقدار جدید خواهیم داشت (جدول شماره ۳).

۱. در نسخه هند، این مقدار  $8,5$  ثبت شده است (گ ۲۷ر).

۲. شایست ناشایست، ص ۲۵۳.

$\lambda$	$S_{\alpha; \alpha_0} (F)$
$90^\circ$	$5/97 (-0/70)$
$120^\circ$	$6/24 (-1/24)$
$270^\circ$	$19/02 (4/35)$

جدول شماره ۳. مقادیر طول سایه از نو محاسبه شده برای سه زمان نماز اوزرین، در شایست ناشایست

### پ) مقادیر عددی طول سایه شخص در یواقیت العلوم ودراری النجوم

در این بخش، فصل ۲۷ متن فارسی دیگری به نام یواقیت العلوم ودراری النجوم را بررسی می‌کنیم، که شامل مقادیر طول سایه در ده روزهای نخست، دوم و سوم هر برج منطقة البروج است. چون مؤلف آن، ابومحمد نجار، در ادبیات و علوم دینی اسلامی استاد بود، و چون بر مبنای اطلاعات ما، جز شایست ناشایست، (چنان‌که ذکر شد، تألیف حدود سده سوم هجری)، اثر زرتشتی دیگری شامل چنین اطلاعاتی در زمینه تعیین اوقات نماز به کمک طول سایه، موجود نیست، احتمالاً فصل ۲۷ یواقیت العلوم، تحت تأثیر منابع اسلامی مشابه در همین زمینه تألیف شده باشد.

چارچوب این متن شبیه یک رساله کوتاه سریانی ناشناس در مورد زمان‌سنجی<sup>۱</sup> است. هیچ دستور عددی در این بخش نیست و هدف، درست مثل شایست ناشایست، فقط اطلاع‌رسانی در زمینه اوقات نماز به مردم غیرروحانی است. به علاوه، گفتیم که نجار در علوم دینی و ادبیات مهارت داشت، نه در زمینه ریاضیات و نجوم، بنابراین، می‌توانیم این متن را به عنوان نجوم عامیانه در زمان خودش، و نه کار حرفه‌ای و نجوم محاسباتی<sup>۲</sup>، ارزیابی کنیم.

بر اساس متن<sup>۳</sup>، می‌توان تصور کرد که طول‌های سایه به‌طور مستقیم در عرض جغرافیایی قزوین ( $37^\circ$ ) یا ری ( $35; 35^\circ$ ) مشاهده شده و تا مضرب‌های  $\frac{1}{4}$  و  $\frac{1}{6}$  پا<sup>۴</sup> گرد شده است. ما این مقادیر را فهرست و برای عرض‌های جغرافیایی ذکر شده از نو محاسبه کردیم. همچنین، مناسب‌ترین عرض جغرافیایی ( $34; 48^\circ$ ) را برای مقادیر<sup>۵</sup> متن یافتیم و آنها را با مقادیر متناظر با عرض‌های

۱. کینگ، ۲۰۰۴-۲۰۰۵، جلد اول، ص ۵۰۸-۵۰۹.

۲. در این بخش از کتاب آمده است که ابومحمد نجار می‌خواست به یک شخص عادی که از او پرسیده بود چگونه می‌توان ظهر شرعی (وقت نماز) را تشخیص داد، پاسخ بگوید.

۳. یواقیت العلوم ودراری النجوم، ص ۲۴۲.

۴. مقادیر ذکر شده برای عرض جغرافیایی قزوین و ری را بر مبنای قانون مسعودی و برخی منابع اسناد اسلامی دوران میانه انتخاب کردیم. بیرونی، ص ۶۰؛ کندی، ۱۹۸۷، ص ۲۷۰، ۲۸۴.

۵. برای این منظور، از روش‌های ریاضی، که در آغاز بخش ب) بررسی شد، استفاده کردیم. همانند محاسبات در متن شایست ناشایست، اختیار مقدار  $23^\circ 26'$  یا  $24^\circ$  برای میل دایره البروج، روی نتایج نهایی به دست آمده در مورد تعیین شهرها در متن یواقیت العلوم ودراری النجوم، تأثیر ندارد.





جغرافیایی قزوین و ری مقایسه کردیم. در جدول شماره ۴،  $S_q(F)$  و  $S_r(F)$ ، به معنی طول سایه شخص بر حسب طول پای او برای عرض‌های جغرافیایی قزوین و ری است [λ طول دایرة البروجی خورشید است].

λ	$S_q(F)$	$S_r(F)$
۰°-۱۰°	۴/۹۵ (۰/۷۰)	۴/۷۰ (۰/۴۵)
۱۱°-۲۰°	۴/۲۷ (۰/۱۰)	۴/۰۸ (-۰/۰۹)
۲۱°-۳۱°	۳/۶۵ (۰/۱۵)	۳/۴۴ (-۰/۰۶)
۳۲°-۴۱°	۳/۱۰ (۰/۲۷)	۲/۹۰ (۰/۰۷)
۴۲°-۵۱°	۲/۶۶ (-۰/۰۱)	۲/۴۹ (-۰/۱۸)
۵۲°-۶۲°	۲/۲۹ (۰/۱۲)	۲/۱۱ (-۰/۰۶)
۶۳°-۷۲°	۲/۰۰ (۰/۳۳)	۱/۸۲ (۰/۱۵)
۷۳°-۸۱°	۱/۸۱ (۰/۱۴)	۱/۶۴ (-۰/۰۳)
۸۳°-۹۳°	۱/۷۱ (۰/۲۱)	۱/۵۴ (۰/۰۴)
۹۴°-۱۰۳°	۱/۷۱ (۰/۳۸)	۱/۵۲ (۰/۱۹)
۱۰۴°-۱۱۳°	۱/۸۰ (۰/۳۰)	۱/۶۰ (۰/۱۰)
۱۱۴°-۱۲۴°	۱/۹۹ (۰/۱۸)	۱/۸۰ (-۰/۳۷)
۱۲۵°-۱۳۴°	۲/۲۷ (۰/۰۲)	۲/۰۶ (-۰/۱۹)
۱۳۵°-۱۴۳°	۲/۶۵ (۰/۵۲)	۲/۳۸ (-۰/۷۹)
۱۴۴°-۱۵۵°	۳/۱۲ (-۰/۳۸)	۲/۸۳ (-۰/۶۷)
۱۵۶°-۱۶۵°	۳/۶۶ (-۰/۵۱)	۳/۳۴ (-۰/۸۳)
۱۶۶°-۱۷۵°	۴/۲۵ (-۰/۴۲)	۳/۸۷ (-۰/۸۰)
۱۷۶°-۱۸۶°	۴/۹۵ (-۰/۲۲)	۴/۵۷ (-۰/۶۰)
۱۸۷°-۱۹۶°	۵/۷۴ (-۰/۲۶)	۵/۳۱ (-۰/۶۹)
۱۹۷°-۲۰۶°	۶/۵۷ (-۰/۱۸)	۶/۰۵ (-۰/۷۰)
۲۰۷°-۲۱۶°	۷/۴۸ (۰/۲۳)	۶/۹۵ (-۰/۳۰)
۲۱۷°-۲۲۶°	۸/۴۶ (۰/۲۹)	۷/۸۶ (-۰/۳۱)
۲۲۷°-۲۳۶°	۹/۴۶ (۰/۲۹)	۸/۷۵ (-۰/۴۲)
۲۳۷°-۲۴۶°	۱۰/۴۴ (۰/۶۹)	۹/۷۱ (-۰/۰۴)
۲۴۷°-۲۵۶°	۱۱/۳۱ (۱/۳۱)	۱۰/۵۴ (۰/۵۴)
۲۵۷°-۲۶۶°	۱۱/۹۶ (۱/۲۹)	۱۱/۱۶ (۰/۴۹)
۲۶۷°-۲۷۶°	۱۲/۲۹ (۱/۲۹)	۱۱/۵۴ (۰/۵۴)
۲۷۷°-۲۸۶°	۱۲/۲۴ (۱/۵۷)	۱۱/۵۹ (۰/۹۲)

۲۸۷°-۲۹۶°	۱۱/۸۷ (۱/۸۷)	۱۱/۲۸ (۱/۲۸)
۲۹۷°-۳۰۶°	۱۱/۲۶ (۱/۷۶)	۱۰/۶۴ (۱/۱۴)
۳۰۷°-۳۱۶°	۱۰/۳۷ (۱/۳۷)	۹/۸۳ (۰/۸۳)
۳۱۷°-۳۲۶°	۹/۳۸ (۰/۸۸)	۸/۹۵ (۰/۴۵)
۳۲۷°-۳۳۶°	۸/۳۶ (۰/۸۶)	۷/۹۶ (۰/۴۶)
۳۳۷°-۳۴۶°	۷/۳۸ (۰/۱۲)	۶/۹۴ (۰/۵۶)
۳۴۷°-۳۵۶°	۶/۴۷ (۰/۴۷)	۶/۱۱ (۰/۱۱)
۳۵۷°-۳۶۵°	۵/۶۷ (۰/۴۲)	۵/۴۰ (۰/۱۵)

جدول شماره ۴. مقادیر طول سایه در این جدول بر اساس یوایت العلوم، از نو محاسبه شده است.

چنان‌که می‌بینیم، آن عرض جغرافیایی که شبیه‌ترین مقادیر را نسبت به مقادیر طول‌های سایه ثبت‌شده در یوایت العلوم به دست می‌دهد، به عرض جغرافیایی ری نزدیک‌تر است تا عرض جغرافیای قزوین، در عین حال، تفاوت‌های میان ارقام درونیابی‌شده و مقادیر نوشته‌شده در متن نشان می‌دهد که مؤلف از روش درونیابی استفاده نکرده است. به نظر می‌رسد او مقادیر طول سایه را اندازه‌گیری کرده و آنها را برای کسرهای ذکر شده برای یک پا، گرد کرده است. اما، اندازه‌گیری‌های او خیلی دقیق نیست.

پس از اشاره به سایه نیمروز، مؤلف شرح داده است که مؤذن چگونه می‌تواند وقت نماز عصر را تشخیص دهد. او همچنین تصویری از یک ابزار آورده است، که به کمک آن می‌توان طول سایه را بر حسب پا و وقت نماز عصر تعیین کرد (تصویر ۲). مؤلف متأسفانه چگونگی استفاده از آن را توضیح نداده است. به نظر می‌رسد، می‌شود آن را از بالا، جایی که (موضع‌العلاقه)، نامیده شده است، آویزان کرد و از سنجۀ درجه‌بندی‌شده در پایین آن برای اندازه‌گیری طول سایه استفاده کرد. آوردن این تصویر در متن، این احتمال را بیشتر می‌کند که طول‌های سایه، نه بر مبنای محاسبات، بلکه بر اساس مشاهدات مستقیم ثبت شده‌اند.

#### ۴. نتیجه‌گیری

بررسی دو متن یادشده، برخی شباهت‌ها را بین چارچوب اصلی آن دو نشان می‌دهد. شباهت اول به مقادیر طول سایه نیمروز، برای تعیین وقت نماز ظهر (زَیْتُون) مربوط می‌شود و دومین شباهت در نشان دادن چگونگی تعیین وقت نماز عصر (اَوَزَرین) است. شباهت دیگر میان هر دو متن در این نکته است که اهداف دینی پررنگی دارند و مقادیری که نویسندگان دو متن ثبت کرده‌اند، برخلاف محاسبه آثار نجومی، خیلی دقیق نیست، بنابراین مقادیر عرضه شده در هر دو متن، به سنت‌های نجومی عامیانه تعلق دارند.

اشاره بیرونی به بخشی از متن زیج شاه، که مربوط به استفاده از شاخص برای تعیین مقادیر

برخی مشخصه‌های خورشیدی است، نشان می‌دهد منجمان دوره ساسانی می‌دانستند چگونه از شاخص برای اهداف نجومی پیشرفته، از جمله زمان سنجی، استفاده کنند. بنابراین، نقل قول از یک فصل از یک کتاب دینی زرتشتی، که بخش‌های اصلی آن در بازه زمانی دوره ساسانی، در مورد طول سایه نیمروزی یک فرد، نوشته شده است، تعجب‌انگیز نیست.

بر مبنای فصل ۲۱ در شایست ناشایست، می‌توان نتیجه گرفت که زرتشتیان، همانند مسلمانان، از طول سایه شاخص، برای تعیین اوقات نماز استفاده می‌کردند و با استناد به این متن زرتشتی، در روش‌های تعیین اوقات نماز روزانه مسلمانان و زرتشتیان، شباهت‌هایی وجود دارد. اما، از آنجا که نمی‌دانیم این فصل از بخش‌های اصلی کتاب بود یا نه، نمی‌توانیم ادعا کنیم که استفاده از شاخص برای تعیین اوقات نماز در دوران پیش از اسلام در ایران مرسوم بوده است. غیر از آن، باید یک منبع هندی را نیز، که شامل مقادیر طول سایه نیمروز شاخص برای سنجش زمان است و الهام گرفته از سنت اخترشناسی بین‌النهرینی بوده است، در نظر داشته باشیم. در حقیقت، به نظر می‌رسد در سرزمین‌های مجاور ایران، سنت زمان سنجی بسیار شبیه روشی بوده است که در شایست ناشایست و منابع اسلامی مختلف، از قبیل یواقیت العلوم ودراری النجوم، أحسن التقاسیم و المغانی، ذکر شده است. همه این موارد ما را به این نتیجه می‌رساند که احتمالاً فصل ۲۱ متن شایست ناشایست، در دوره تسلط اسلام در ایران نوشته شده است و زرتشتیان، تحت تأثیر مسلمانان، یاد گرفتند طول سایه شاخص را مبنای تعیین اوقات نمازشان قرار بدهند.

سرانجام، محاسبات و تصحیحات ما در زمینه اندازه‌گیری طول‌های سایه درج شده در متن شایست ناشایست، نشان می‌دهد که جدول اصلی برای عرض‌های جغرافیایی بین  $31^{\circ}$ ؛  $18^{\circ}$  و  $31^{\circ}$ ؛  $42^{\circ}$  تنظیم شده است. بنابراین، محتمل‌ترین مناطق ایران برای این محاسبات عبارتند از بخش جنوبی زاپلستان ( $31^{\circ}$ ) و یزد ( $32^{\circ}$ ). براساس اطلاعات تاریخی که در مورد زرتشتیان داریم، به احتمال زیاد شهر مورد نظر یزد بوده است. به علاوه، عرض جغرافیایی ( $34^{\circ}$ ؛  $48^{\circ}$ )، مناسبترین گزینه برای مقادیر طول سایه ذکر شده در یواقیت العلوم ودراری النجوم، است. گرچه مؤلف کتاب اخیر اشاره کرده است که مقادیر با عرض‌های جغرافیایی شهرهای ری و قزوین مطابقت دارند، اما، محاسبات ما نشان می‌دهد این مقادیر با عرض جغرافیایی ری ( $35^{\circ}$ ؛  $35^{\circ}$ )، تطبیق بیشتری دارند تا با عرض جغرافیایی قزوین ( $37^{\circ}$ ). شایان ذکر است که برای یافتن نزدیک‌ترین شهرهای متناسب با عرض جغرافیایی هردو مورد، مقادیر عرض‌های جغرافیایی دوره اسلامی را به کار بردیم. همچنین برخی اشتباهات مربوط به طول سایه ذکر شده توسط مؤلف را تصحیح کرده‌ایم.

## منابع

- بیرونی، ابوریحان، آثار الباقیه عن القرون الخالیه، تصحیح ادوارد زاخانو، لایپزیگ: اتوهراسویتز، ۱۹۲۳. لایپزیگ: اتوهراسویتز، ۱۹۲۳.
- \_\_\_\_، إفراد المقال فی امر الظلال، حیدرآباد دکن، جمعیت دایرةالمعارف عثمانیه، چاپ اول، ۱۹۸۴.
- \_\_\_\_، قانون مسعودی، تصحیح عبدالکریم سامی الجندی، بیروت، دارالکتب العلمیه، جلد ۲، ۲۰۰۲.
- مدرس رضوی، محمدتقی، احوال و آثار خواجه نصیرالدین طوسی (زندگی و کارهای او)، انتشارات اساطیر، تهران چاپ دوم، ۱۳۷۰.
- نوری، محمد یوسف، مفاتیح الارزاق یا کلید در گنج های گهر (کلیدهایی برای کشف گهرها)، با مقدمه و توضیح هوشنگ ساعدلو و همکاری مهدی قمی نژاد، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۱.
- اوشیدری، جهانگیر، دانشنامه مزدیسنا، واژه نامه توضیحی آیین زرتشت، ویرایش فریدون فاطمی - محمدتقی شمس لنگرودی، تهران، چاپ چهارم، شرکت نشر مرکز، ۱۳۸۶.
- شایست ناشایست، متنی به زبان فارسی میانه، (پهلوی ساسانی)، ترجمه کتایون مزداپور، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، چاپ اول، ۱۳۶۹.
- \_\_\_\_، نسخه کتابخانه مهرجیرانا، (نوساری، هند)، بخش عمومی، نسخه خطی شماره ۳/۳.
- یواقیت العلوم ودراری النجوم، تصحیح و معرفی محمدتقی دانش پزوه، چاپ دوم، تهران، انتشارات اطلاعات، ۱۳۶۴.
- \_\_\_\_، مؤسسه لغتنامه دهخدا، نسخه خطی ۹۵.
- Kennedy and M. H. Kennedy, *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*, Frankfurt am Main, 1987.
- King, *In Synchrony with the Heavens, Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization*, 2 Volumes, Brill, Leiden, Boston, 2004-5, Part III: "A Survey of Arithmetical Shadow-Schemes for Time-Reckoning" (a new version of the 1990 publication), and Part IV: "On the Times of Muslim Prayer".
- Pingree, David, "The Mesopotamian Origin of Early Indian Mathematical Astronomy", *Journal for the History of Astronomy*, Edited by M. A. Hoskin, Vol. 4, Part 1, 1973.
- Ptolemy, *Ptolemy's Almagest*, English tr. by G. J. Toomer, London, 1984.