

تاریخ علم، دوره ۱۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۳، ص ۳۹-۷۲

مقاله سوم از زیچ جامع کوشیار و جوامع علم النجوم فرغانی: مقایسه میان دو متن مقدم هیئت و جایگاه آنها در میان رساله‌های هیئت

حنیف قلندری

استادیار، پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران

hanif.ghalandari@ut.ac.ir

(دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۸، پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸)

چکیده

عنوان کلی «هیئت» به آن دسته از آثار نجومی دانشمندان اسلامی اطلاق می‌شود که هدف از نگارش آنها عرضه توصیف کلی از جهان با استفاده از مدل‌های هندسی است. این آثار که بیشتر آنها در دوره اسلامی با ساختار و ترتیب فصول مشابهی نوشته می‌شده‌اند احتمالاً متأثر از کتاب فرض‌های سیاره‌ای بطلمیوس، یا آن طور که دانشمندان اسلامی آن را می‌نامیدند، الاقتصاص، هستند. هر چند آغاز نگارش آثار مستقل هیئت بر پایه این تعریف را باید مربوط به زمانی پس از سده ششم هجری دانست، اما دسته‌ای از آثار نجومی متقدم هستند که می‌توان آنها را مقدمه هیئت نویسی به حساب آورد. جوامع علم النجوم فرغانی و مقاله سوم از زیچ جامع کوشیار گیلانی از جمله این آثار متقدم هستند که شباهت بیشتری به رساله‌های هیئت مستقل بعدی دارند. در این مقاله با در نظر گرفتن ساختار چهار بخشی مقدمات ریاضی و طبیعی، اوضاع آسمان، اوضاع زمین و ابعاد و اجرام برای آثار هیئت محتوای این دو رساله را با یکدیگر مقایسه کرده‌ایم و میزان شباهت هر یک از آنها را با آثار هیئت سنجیده‌ایم. این مقاله مدعی است که «باب فی الهیئة» از زیچ جامع کوشیار گیلانی بیش از جوامع علم النجوم فرغانی به آثار هیئت شبیه است و احتمالاً بر آنها مؤثر بوده است.

کلیدواژه‌ها: کوشیار گیلانی، زیچ جامع، جوامع علم النجوم، فرغانی، هیئت.

مقدمه

آثار نجومی دانشمندان اسلامی را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد: نخست کتاب‌هایی در مباحث نظری نجوم که در آنها مقدمات ریاضی، اثبات براهین هندسی حرکات افلاک، محاسبه مشخصه‌های مربوط به هر یک از سیارات و توصیف حرکات اجرام آسمانی آمده است و دوم کتاب‌هایی که معمولاً از آنها با عنوان «کتاب‌های عمل» یاد می‌شود و آثاری مانند زیج‌ها، تقاویم و کتاب‌هایی در شناخت و ساخت ابزارهای نجومی در این گروه قرار می‌گیرند.^۱ آثاری که در گروه نخست قرار دارند، خود در دو سنت نگارشی متمایز قابل دسته‌بندی هستند: دسته اول آثاری که در آنها الگوهای حرکات اجرام آسمانی همراه با براهین هندسی آمده است و دیگری آثاری با عنوان کلی «هیئت». در توصیف این دسته اخیر به طور خلاصه می‌توان گفت منظور آثاری هستند که در آنها مفاهیم مجرد ریاضی در باره افلاک و گردش آنها بر مفاهیم فیزیکی منطبق شده‌اند. از این رو می‌توان این دسته از آثار را با کمی تسامح کیهان‌شناسی علمی پیشینیان تلقی کرد.

با بررسی آثار نجومی دانشمندان اسلامی و برخی کتاب‌های طبقه‌بندی علوم می‌توان گفت که تمایز میان دانش نجوم و دانش هیئت و جدا کردن شاخه‌ای با عنوان دانش هیئت و تبیین موضوع و هدف و ابواب آن در آثاری که در اواخر سده پنجم و نیمه نخست سده ششم هجری و به بعد نوشته شده‌اند، آشکار می‌شود. همچنین نوشته شدن بیشتر آثار مستقل در باره هیئت نیز متعلق به همین دوران و پس از آن است. از این رو می‌توان مدعی شد که دانشمندان اسلامی دانش هیئت را به تدریج به عنوان شاخه‌ای از علم نجوم متمایز کرده‌اند و موضوعات و ابواب آن را تعیین کرده‌اند و آثار مستقلی در این باره نوشته‌اند. بر اساس تعاریف مندرج در این آثار می‌توان هیئت را این طور تعریف کرد: هیئت عبارت است از علمی توصیفی که در آن به بخشی از مقدمات و مطالب علم نجوم و جغرافی ریاضی پرداخته می‌شود، اما در آن برهان‌های هندسی در باره چگونگی گردش افلاک یا جدول‌هایی که مؤلفه‌های مختلف حرکت

۱. کوشیار گیلانی در مقدمه مقاله سوم از زیج جامع (برگ ۳۱۹ر) که در باره هیئت نوشته است چنین می‌گوید: «ولما فرغت من المقالین الأولین فی الجزء العملي من الصناعة وهو الحساب والجداول بدأت أشرع فیما وعدت من المقالین الآخرین فی الجزء النظري وهو الهيئة والبرهان». منظور از دو مقاله نخست مقالاتی است که در باره محاسبات زیج و جدول‌های آن نوشته است. او در «جزء نظری» به سراغ هیئت و برهان‌های هندسی می‌رود و در ادامه این عبارت می‌گوید که پرداختن به برهان‌های هندسی بدون دانستن هیئت ممکن نیست.

اجرام آسمانی در آنها می‌آید، عرضه نمی‌شوند. به همین سبب کتاب‌هایی که با عنوان کلی «هیئت» نوشته می‌شده‌اند در مقایسه با دیگر کتاب‌ها و به ویژه زیج‌ها ساده‌تر و کوتاه‌تر هستند (در این باره نک: رجب،^۱ ص ۳۳-۳۶؛ قلندری، ص ۱۱-۱۴؛ گمینی، ص ۲۴۸-۲۵۲). می‌توان برای کتاب‌های هیئت نیز حداقل یک دسته‌بندی پیشنهاد کرد و آنها را به دو دسته کتاب‌های جامع هیئت و کتاب‌های مختصر هیئت تقسیم کرد. در ساده‌ترین عبارت کتاب‌های مختصر را می‌توان آن دسته از آثار هیئت تلقی کرد که عمدتاً به منظور آموزش نجوم نوشته می‌شده‌اند و آثار جامع‌انحایی هستند که برای مطالعه متخصصان این حوزه نوشته می‌شده‌اند (گمینی، ص ۲۵۲).

نویسندگان کتاب‌های هیئت در نوشتن آنها از ساختار مشخصی پیروی می‌کرده‌اند. هر چند این ساختار را در همه کتاب‌های هیئت نمی‌توان دید اما می‌توان گفت عمده آثار هیئت به‌ویژه آثاری که در سده هفتم هجری نوشته شده‌اند مشتمل بر چهار فصل اصلی هستند: ۱- مقدمات ریاضی و طبیعی، ۲- در باره آسمان و گردش اجرام سماوی، ۳- در باره زمین و اوضاع آسمان نسبت به مواضع مختلف آن (جغرافیای ریاضی) و ۴- ابعاد و اجرام (رجب، ج ۱، ص ۳۶؛ قلندری، ص ۲۷-۲۸؛ گمینی، ص ۱۵-۲۵۱). همان‌طور که پیش‌تر آوردیم زمان نوشته شدن نخستین آثار هیئت را باید مربوط به اواخر سده پنجم و نیمه نخست سده ششم هجری بدانیم. گیهان شناخت نوشته قطان مروزی (به زبان فارسی) که احتمالاً در ۴۹۸ ق نوشته شده است و منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک نوشته عبدالجبار خرقی (به زبان عربی) که در سال‌های ۵۲۶-۵۲۷ ق نوشته شده است، نخستین کتاب‌هایی هستند که با ساختاری مشابه نوشته شده‌اند و آنها را باید نخستین آثار هیئت نامید.^۲ در ادعایی روشن‌تر سه اثر عبدالجبار خرقی را در هیئت^۳ می‌توان منبع اصلی نویسندگان بعدی آثار هیئت در دوره

1. F. J. Ragep

۲. با در نظر گرفتن ترتیب مطالب گیهان شناخت و همچنین مطالب منقول در آن باید گفت که ارزش آن در این تقسیم‌بندی با جایگاه منتهی الإدراک قابل مقایسه نیست. با این حال به عنوان یک اثر فارسی که صورتی مشابه آثار فارسی بعدی در هیئت دارد لازم است که در این دسته‌بندی از آن یاد کنیم.

۳. این سه اثر عبارتند از منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک و التبصرة فی علم الهیئة که نخستین اثری جامع و دومی مختصر در هیئت به زبان عربی هستند و بر پایه شواهد موجود هم‌زمان (در سال‌های ۵۲۶-۵۲۷ ق) نوشته شده‌اند (نک: قلندری، ص ۶-۷). اثر سوم کتابی است با عنوان عمده خوارزمشاهی که به زبان فارسی نوشته شده است و زمان نگارش آن به احتمال بسیار سال ۵۳۶ ق است. پیش از این گمان می‌رفت که این کتاب ترجمه‌ای از

اسلامی دانست. به رغم این تفکیک تاریخی در آثار نجومی دانشمندان اسلامی در سده‌های نخستین نیز نمونه‌هایی می‌توان یافت که شکل کلی آنها به آثار هیئت نزدیک است. این دسته از آثار را در این مقاله «آثار متقدم هیئت» می‌نامیم (قس: گمینی، ص ۲۵۲). در این نام‌گذاری منظور از آثار متقدم آثاری هستند که پیش از کتاب فی هیئة العالم ابن هیثم نوشته شده‌اند. فی هیئة العالم رساله‌ای است که خرقی در مقدمه منتهی الإدراک مدعی است که کتاب خود را به پیروی از فی هیئة العالم نوشته است و به قول او این نخستین کتابی است که در آن به هیئت مجسم افلاک^۱ توجه شده است. با در نظر گرفتن این ملاک تاریخی و بررسی آثار منتسب به دانشمندان اسلامی در فهرست‌ها می‌توان آثار مستقل زیر را آثار متقدم هیئت به حساب آورد.

جدول ۱. آثار متقدم هیئت

| عنوان کتاب | مؤلف | سال نگارش |
|--------------------------|---------------|--------------|
| فی ترکیب الأفلاک | یعقوب بن طارق | حدود ۱۶۱ق |
| تسهیل المجسطی | ثابت بن قره | سده سوم هجری |
| فی ذکر الأفلاک وخلقها... | ثابت بن قره | سده سوم هجری |
| جوامع علم النجوم | فرغانی | سده سوم هجری |

جوامع علم النجوم از میان این چهار رساله از همه شناخته شده‌تر است و بیش از باقی رساله‌ها به آثار هیئت بعدی شبیه است (در باره جوامع نک: صبره، ۲ ص ۵۴۱-۵۴۴). در ادامه بیشتر به این کتاب خواهیم پرداخت اما سه رساله دیگر: از رساله نخست نسخه‌ای در دست نیست و تنها گزارش موجود جدول‌های ابعاد و اجرام^۳

منتهی الإدراک است اما با تکیه بر شواهدی که به دست آمده و نیز یافته شدن نسخه‌های دیگری از این کتاب روشن شده است که عمده خوارزمشاهی اثری مستقل در هیئت است که خرقی به زبان فارسی آن را نوشته است. ۱. منظور از هیئت مجسم افلاک در نظر گرفتن فلک‌های سه بعدی به جای مسیرهای دایره‌ای است. همین مسأله تفاوت اصلی میان مجسطی و الاقتصاص بطلمیوس نیز هست و از همین روست که الاقتصاص را منبع یونانی دانشمندان اسلامی در نگارش آثار هیئت به شمار می‌آورند (در باره الاقتصاص نک: معصومی همدانی، «الاقتصاص»، ص ۲۶۱-۲۶۵). متن یونانی الاقتصاص به طور کامل به دست ما نرسیده است اما متن کامل عربی آن موجود است که گلدشتاین آن را به صورت تصویری به چاپ رسانده و بخش دوم مقاله اول را به انگلیسی ترجمه کرده است (نک: مآخذ لاتین، Goldstein). همچنین رئیس مورلون (۱۹۹۳م، سراسر مقاله) مقاله نخست را تصحیح کرده و به فرانسوی ترجمه کرده است.

2. A. I. Sabra

۳. منظور از ابعاد و اجرام محاسبه فاصله اجرام آسمانی تا زمین و نسبت حجم آنها به حجم زمین است. در بیشتر این محاسبات مقدار شعاع (یا قطر) زمین و حجم آن را واحد در نظر می‌گرفتند و نسبت فواصل و احجام باقی

است که بیرونی در تحقیق ماللهند به نقل از کتاب یعقوب بن طارق آورده است (ص ۲۳۴-۲۳۵).^۱ بیرونی اشاره می‌کند که یعقوب این مقادیر را در سال ۱۶۱ ق/۷۷۸ م از منابع هندی استخراج کرده است (نیز نک: پینگری،^۲ ص ۱۰۵). او در ادامه می‌نویسد که این مقادیر با آنچه بطلمیوس در الاقتصاص^۳ آورده است متفاوت هستند و روش محاسبه نیز با آنچه بطلمیوس و علمای متقدم و متأخر به پیروی از او می‌آورده‌اند، متفاوت است.^۴ (بیرونی، تحقیق...، ص ۲۳۶). در میان محققان معاصر، پینگری معتقد است که یعقوب بن طارق در نوشتن این ارقام کاملاً به منابع هندی پایبند نبوده است. او برای اقامه دلیل بر مدعی خود ارقام یعقوب بن طارق را با دو منبع اصلی نجوم هندی، که احتمالاً دانشمندان اسلامی با آنها آشنا بوده‌اند، مقایسه کرده است. در نتیجه هر چند او معتقد است که نمی‌توان به طور قطع در باره منبع یونانی یعقوب بن طارق اظهار نظر کرد اما ارقام او را می‌توان به نوعی متأثر از الاقتصاص دانست (پینگری، ص ۱۰۵-۱۰۹؛ نیز نک: رجب، ج ۱، ص ۲۹). دو رساله دیگر که به ثابت بن قره (د. ۲۸۸ ق/۹۰۱ م) منسوب هستند،^۵ یعنی تسهیل المجسطی و فی ذکر الأفلاک... بسیار مختصرتر از جوامع علم النجوم نوشته شده‌اند. در تسهیل المجسطی نخست برخی از تعاریف آمده‌اند (مورلون، ۱۹۸۷ م، ص ۳-۴)، سپس در باره حرکات اجرام سماوی سخن گفته شده است (همو، ص ۴-۱۳) و پس از آن مقادیر ابعاد و اجرام سیارات و ماه و خورشید نوشته شده است (همو، ص ۱۳-۱۶). همان طور که از تعداد صفحات رساله می‌توان دریافت اطلاعات در قالب

اجرام آسمانی را به زمین محاسبه می‌کردند و در جدول‌هایی ثبت می‌کردند.

۱. در سیاهه آثاری که ابن ندیم از یعقوب بن طارق آورده است (ص ۳۳۶)، نام این کتاب نیامده است و عنوان این کتاب نیز از عبارت بیرونی در تحقیق ماللهند به دست آمده است: «هو ما ذکره یعقوب بن طارق فی کتابه فی ترکیب الأفلاک...» (ص ۲۳۳).

2. D. Pingree

۳. بیرونی در تحقیق ماللهند (ص ۲۳۶) و در التفهیم (ص ۱۵۱)، الاقتصاص را منشورات نامیده است.
۴. «وهذا رأی مخالف لما بُنی علیه بطلمیوس أمر الأبعاد فی کتاب المنشورات واتبعه علیه القدماء والمُحدثون...»
۵. در این مورد نیز در سیاهه آثار ثابت بن قره در الفهرست (ابن ندیم، ص ۳۳۱) نام این دو کتاب نیامده است اما ابن ابی اصیبعه (ج ۱، ص ۲۱۸-۲۱۹) در طبقات الأُطبا از این دو کتاب نام برده است. در مجموع در فهرست‌های قفطی (ص ۱۱۶-۱۲۰) و ابن ابی اصیبعه (ص ۲۱۸-۲۲۰) از پنج کتاب دیگر با عنوان‌هایی مشابه این دو اثر نام برده شده است که از قرار معلوم نسخه‌ای از آنها برجا نمانده است. مورلون در مقدمه آثار نجومی ثابت بن قره (*Thābit ibn Qurra: Oeuvre d'Astronomie*) در باره این آثار نوشته است (۱۹۸۷ م، ص ۱۴-۱۵، ۱۹؛ نیز نک: معصومی همدانی، ص ۷۵۱).

جملات کوتاه و بریده بریده نوشته شده‌اند و گویی این رساله صرفاً برای اطلاع خواننده از کلیات نظام بطلمیوسی نوشته شده است. فی ذکر الأفلاک... از رساله نخست نیز مختصرتر است (همو، ص ۱۹-۲۴) و در آن تنها به معرفی افلاک سیارات پرداخته شده است و از تعاریف و مقادیر ابعاد و اجرام خبری نیست.

به این رساله‌ها باید یک مقاله از زیج جامع کوشیار را بیفزاییم. هر چند این مقاله رساله مستقلی نیست اما چگونگی ترتیب و تنظیم مطالب آن موجب می‌شود که آن را در کنار آثار متقدم هیئت بیاوریم (نک: دنباله مقاله). بررسی ترتیب فصل‌های کتاب همچنین نشان می‌دهد که این مقاله همچون جوامع علم النجوم فرغانی بسیار شبیه آثار بعدی هیئت است. در این مقاله این دو رساله را بر پایه عنوان فصل‌ها و کلیات مطالب آنها با یکدیگر مقایسه کرده‌ایم. این مقایسه می‌تواند محتوای این دو رساله را آشکار کند و همچنین مبنایی برای بررسی تأثیر این دو رساله بر آثار بعدی هیئت باشد.

جوامع علم النجوم

نام کامل نویسنده آن احمد بن محمد بن کثیر فرغانی، منسوب به فرغانه از شهرهای ماوراءالنهر، است. در منابع زندگی‌نامه‌ای در ذکر نام او اختلاف وجود دارد، ابن ندیم (ص ۳۲۷) و ابن تغری بردی (ج ۲، ص ۳۱۱) او را محمد بن کثیر نامیده‌اند و ابن دایه (ص ۱۳۰)، قاضی صاعد (ص ۲۲۵)، ابن عبری (ص ۱۳۶) و ابن ابی اصیبعه (ج ۱، ص ۲۰۷) با نام احمد بن کثیر از او یاد کرده‌اند. قفطی نیز از دو فرغانی نام برده است، یک پدر و پسر، محمد بن کثیر (ص ۲۸۶) و احمد بن محمد بن کثیر (ص ۷۸). این اختلاف در ضبط نام، در نسخه‌های موجود از این کتاب نیز به چشم می‌خورد. در صفحه نخست نسخه‌ای از این کتاب که یاکوب گولیوس در ۱۶۶۹ میلادی در آمستردام به همراه ترجمه و شرح لاتینی منتشر کرده است، نام نویسنده محمد بن کثیر فرغانی آمده است و در ابتدای نسخه کتابخانه دانشگاه پرینستون^۱ نام

۱. این نسخه به شماره ۹۶۷ در کتابخانه دانشگاه پرینستون نگهداری می‌شود. حسب ترقیمه پایان نسخه کتابت آن در سال ۱۰۶۸ق به دست خلیل بن احمد التونسی انجام شده است. (وکان الفراغ من نسخة بخط الفقیر خلیل بن احمد التونسی عفی عنه الله تعالی فی ۲۲ شهر الحجة ختام عام سنة ۱۰۶۸). برگ‌های ۲ و تا ۹۶ رو از این نسخه جوامع علم النجوم فرغانی است. از برگ ۹۶ پشت تا ۱۱۲ پشت فصل‌هایی از باب «فی الهیئة» کوشیار استنساخ شده‌اند. کاتب شماره فصل‌ها را ۹، ۱۰، ۱۱ و ۳ گفته است اما از مقایسه روشن می‌شود که فصل‌های ۹، ۱۰، ۲۲ و ۳۰ از رساله کوشیار استنساخ شده‌اند. علت اشتباهی را که در نام بردن شماره فصل‌ها رخ داده است، از نسخه

نویسنده به صورت «احمد بن محمد بن کثیر الفرغانی الحاسب» ثبت شده است (برگ ۱پ). محققان معاصر این اختلاف را ناشی از اختلاف نسخه‌ها دانسته‌اند و نام کامل او را همان احمد بن محمد بن کثیر تلقی کرده‌اند (زوترا^۱ و ورنت^۲، ص ۷۹۳؛ صبره، ص ۵۴۱؛ دیونگ^۳، ص ۳۵۷). این آشفتگی در ضبط نام کتاب او نیز به چشم می‌خورد. در صفحه نخست نسخه چاپ شده عنوان آن «کتاب فی حركات السماویة و جوامع علم النجوم» آمده است و در نسخه خطی این عنوان به صورت «جوامع علم النجوم و اصول الهيئة و حركات الأشخاص السماویة» نوشته شده است. در آثار دوره اسلامی نیز گزارش یکتایی از نام کتاب فرغانی نمی‌توان یافت. ابن ندیم نام کتاب را الفصول اختیار المجسطی آورده است (ص ۳۳۷) و قاضی صاعد از آن با عنوان المدخل إلى علم هیئة الأفلاک و حركات النجوم یاد کرده است (ص ۲۲۵). ابن رسته در الأعلاق النفیسة آن را علل الأفلاک نامیده است (ص ۹) و بیرونی نیز آن را فصول فرغانی نامیده است (رسالة للبیرونی...، ص ۳۲). توصیف قفطی ذیل نام احمد بن محمد عین عبارت قاضی صاعد است و نام کتاب همان المدخل إلى علم هیئة الأفلاک و حركات النجوم آمده است (قفطی، ص ۷۸؛ نیز نک: ابن عبری، ص ۱۳۶ که او نیز به نقل از قاضی صاعد این عبارت را با اندکی تغییر آورده است). او در یاد کردن از محمد بن کثیر به پیش‌دستی او در صناعت نجوم اشاره می‌کند و دو کتاب را به نام‌های الفصول و اختصار المجسطی به او منسوب می‌کند (ص ۲۸۶). می‌توان حدس زد که این دو عنوان تصحیفی از عنوان الفصول اختیار المجسطی است که ابن

نمی‌توان دریافت. کاتب همچنین رساله مفرد ابعاد و اجرام را که کوشیار در توضیح فصل ۲۲، که در باره ابعاد و اجرام است، به باب «فی الهيئة» افزوده بود کتابت کرده است اما متن این فصل در این نسخه کامل نیست. تفصیل روش‌های هندسی محاسبه ابعاد و اجرام که کوشیار آنها را در رساله خود آورده بود از این نسخه حذف شده‌اند. این فصل‌ها عبارتند از: «مقدار طول الظل و مقدار قطره حیث یمر القمر به و مقدار قطر قاعدته»، «مقدار قطر الشمس عند البعد الأوسط من مقدار قطر القمر عند البعد الأبعد و بعد الشمس من الأرض»، «مقدار ظل القمر» و تفصیل محاسبات مربوط به ابعاد و اجرام سیارات (در این باره نک: باقری و دیگران، ۲۰۱۰، سراسر مقاله). در برگ‌های ۱۱۳ رو تا ۱۱۶ پشت، که آخرین برگ نسخه است، مطالب مختلفی آمده که البته بیشتر آنها به نجوم مربوط می‌شوند. در ابتدای برخی از آنها کاتب با قلم قرمز کلمه «فایده» را نوشته و بعد نکته‌ای را توضیح داده است.

1. H. Suter
2. J. Vernet
3. G. DeYoung

ندیم به فرغانی نسبت داده بود (برای اطلاع از عنوان‌های دیگری که کتاب فرغانی بدانها نامیده شده است نک: روزنفلد، ۱ ص ۳۲).

این کتاب را در کنار زیج صابی، اثر بتانی، شناخته شده‌ترین آثار نجومی دوره اسلامی نزد اروپاییان دانسته‌اند. جوامع علم النجوم نخستین بار در سده ۱۲ میلادی به لاتینی ترجمه شد و در اروپای قرون وسطی مشهور شد. رگیومونتانوس، ریاضی‌دان مشهور سده پانزدهم میلادی، حاشیه‌ای بر چاپ نخستین این کتاب نوشته است (برای اطلاع بیشتر در باره ترجمه‌های لاتینی و انتشار این کتاب در اروپا این کتاب نک: زوتر و ورنه، ص ۷۹۳؛ کرامتی، ص ۱۳۸؛ نیز نک: عبدخلمیف، ۲ ص ۱۴۲-۱۴۳).

این کتاب در میان مسلمانان نیز مشهور بوده است. قاضی صاعد در توصیف کتاب می‌نویسد:

... و آن کتابی است کوچک با فایده‌ای بسیار، مشتمل بر سی باب است و خلاصه مجسطی در آن آمده است، به بهترین لفظ و روشن‌ترین عبارت^۴ (ص ۲۲۵).

ابن رسته نیز آغاز کتاب خود ذکر دلایل کروییت آسمان و زمین را و اینکه زمین در میان آسمان است، از این کتاب آورده است (ص ۹ به بعد).^۵ بیرونی نیز در فهرستی که از آثار رازی گرد آورده است مدعی شده است که به درخواست کسی کتابی نوشته است و آن را تهذیب فصول الفرغانی می‌نامد (رسالة للبیرونی...، ص ۳۲) که از این کتاب

1. B. Rosenfeld

2. B. Abdukhalimov

۳. احمد آرام جوامع علم النجوم را بر اساس چاپ گولیوس به فارسی ترجمه کرده است و آن را در شماره ۴ مجله معارف اسلامی در سال ۱۳۴۶ ش منتشر کرده است.

۴. «...وهو کتاب لطیف الجرم، عظیم الفائدة. يتضمن ثلاثين باباً احتوت على جوامع كتاب المجسطی بأهذب لفظ وأبين عبارة.» این عبارت را قفطی در توصیف احمد بن محمد بن کثیر آورده است

۵. ذکر چند مقدمه طبیعی در ابتدای آثار هیئت رایج است: ۱- آسمان کروی شکل است؛ ۲- زمین کروی شکل است؛ ۳- زمین در میان آسمان است؛ ۴- زمین در برابر آسمان بسیار کوچک است و ۵- زمین حرکت نمی‌کند (نه وضعی و نه انتقالی). این مقدمات به قیاس فصل‌هایی هستند که با همین عناوینها در مقاله اول مجسطی و پیش از آغاز سخن در مقدمات ریاضی آمده‌اند. ابن رسته در آغاز کتاب جغرافیای خود این مقدمات را تکرار کرده و در آغاز سخن گفته است: «قال احمد بن محمد ابن کثیر الفرغانی فی کتابه المترجم بکتاب علل الأفلاک...» (ص ۹) و به این ترتیب مرجع نقل خود را مشخص کرده است.

مقاله سوم از زیچ جامع کوشیار و جوامع علم النجوم فرغانی/ ۴۷

اطلاعی در دست نیست اما اینکه بیرونی بر این کتاب شرحی نوشته است می‌تواند دلیلی بر اشتها آن در زمان بیرونی باشد. حداقل یک شاهد می‌توان نشان داد و بر اساس آن مدعی شد که احتمالاً این کتاب تا پیش از نوشته شدن آثار مختصر در هیئت به عنوان کتاب درسی به کار می‌رفته است. شهردان بن ابی الخیر، صاحب روضة المنجمین، در نزهت نامه اعلائی خود می‌گوید:

در حوادث سن مشغول بودمی بر خواندن علوم ریاضیات و کتاب اقلیدس و حل اعمال زیچ و فصول فرغانی در هیئت افلاک... (ص ۳۷۱)

البته از این ارجاع می‌توان شهرت عنوان فصول را نیز برای این کتاب دریافت.

جوامع علم النجوم مشتمل بر سی فصل است و در یک نگاه کلی یک مقاله در تاریخ دارد (فصل اول)، شش مقاله در جغرافیای ریاضی (فصل‌های ششم تا یازدهم)، دو مقاله در ابعاد و اجرام (فصل‌های ۲۱ و ۲۲) و باقی مقالات در باره هیئت آسمان است. اگر این ترتیب را با ساختاری که پیش‌تر برای آثار هیئت از آن یاد کردیم، مقایسه کنیم می‌توان این نکته‌ها را برشماریم:

۱- بیان مطالب در این کتاب ترتیب مشخصی ندارد و در مقایسه با آثار هیئت، فصل‌ها در موضوعات کلی (یعنی مقدمات، اوضاع آسمان، اوضاع زمین و ابعاد و اجرام) قابل دسته‌بندی نیستند. اگر مقاله تاریخ را در نظر بگیریم، ترتیب باقی مقالات را در کتاب فرغانی می‌توانیم با مجسطی^۱ بطلمیوس مقایسه کنیم، به عبارت دیگر گویی جوامع علم النجوم خلاصه‌ای از مجسطی است.

۲- مقاله تاریخ آن طور که در کتاب فرغانی در فصل نخست آمده است نمونه‌ای در کتاب‌های هیئت ندارد. معمولاً در مقاله نخست زیچ‌ها ذکر تواریخ و مبادی آنها می‌آمده است (کندی، ص ۱۳۹). در میان آثار هیئت نیز تنها آثار جامع خرقی، منتهی الإدراک (ص ۳۹۹-۵۹۴) و عمده خوارزمشاهی (برگ ۱۰۸-۱۳۴ پ)، هستند که مقاله مفصلی در تاریخ دارند. در مقاله تاریخ آثار

۱. مجسطی سیزده مقاله را شامل می‌شود: ۱- مقدمات، ۲- جغرافیای ریاضی، ۳- مدل حرکت طولی خورشید، ۴ و ۵- مدل حرکت طولی ماه، ۶- گرفت‌ها و به دست آوردن مقادیر ابعاد و اجرام ماه و خورشید، ۷ و ۸- ستارگان ثابت، ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲- مدل حرکت طولی سیارات، ۱۳- حرکت عرضی سیارات.

خرقی که خود به فصل‌هایی تقسیم می‌شود، علاوه بر ذکر تواریخ مختلف و مبادی و ترتیب ماه‌های آنها، فصل‌های دیگری مانند چستی سال و ماه و انواع ساعات (مستوی و زمانی) و اعیاد و مراسم اقوام دیگر و مطالبی از این دست آمده است. در آثار هیئت بعدی که به طور مفصل در باره تواریخ سخن نگفته‌اند این فصل‌ها به مقاله اوضاع زمین افزوده شده است (قلندری، ص ۱۱۱). فصل تاریخ کتاب فرغانی بسیار مختصر است و در آن تنها ماه‌های تواریخ مشهور آن زمان (یعنی هجرت، یزدگردی (ایرانیان)، سریانیان، رومیان و مصریان) و مبادی آنها و ترتیبشان آمده است. در فصل یازدهم که به قیاس کتاب‌های هیئت می‌توان آن را از فصول اوضاع زمین به حساب آورد، مطالبی در باره ساعت‌ها و تعدیل ایام آمده است.

۳- گذشتگان بر این اعتقاد بودند که تنها یک ربع از نیمه شمالی زمین مسکون است، البته این آبادی در فاصله خط استوا تا حدود عرض ۴۹ درجه شمالی (و در برخی منابع تا حدود عرض ۶۷ درجه شمالی) است و دانشمندان گذشته زندگی را در عرض‌های شمالی‌تر به سبب سرمای زیاد ناممکن می‌دانستند. بطلمیوس در مقاله دوم مجسطی برای یاد کردن از مواضع مختلف زمین با انتخاب معیار طول بلندترین روز سال در عرض‌های جغرافیایی مختلف، تمام این ربع را به ۳۹ قسمت تقسیم کرده است (بطلمیوس،^۱ ص ۸۲-۹۰). در آثار دوره اسلامی به جای این تقسیم‌بندی از تقسیم به هفت اقلیم استفاده می‌شده و در باره همان بخش مسکون، یعنی فاصله میان استوا تا عرض ۴۹ یا ۶۷ درجه شمالی، سخن گفته می‌شده است (نک: قلندری، ص ۹۶). در جوامع علم النجوم نیز، در فصل‌های هشتم و نهم، این تقسیم‌بندی به همین صورت آمده است. فرغانی در فصل هشتم با عنوان «فی مساحة الأرض وقسمة السبعة أقالیم العامرة منها» نخست در باره روش اندازه‌گیری محیط زمین سخن گفته است. او در این فصل به اندازه‌گیری طول یک درجه توسط اصحاب ممتحن نیز اشاره کرده است.^۲ در ادامه این فصل فرغانی حدود اقلیم هفت‌گانه را بر پایه

1. Ptolemy

۲. برای اندازه‌گیری شعاع زمین در رساله‌های هیئت دوره اسلامی از این روش یاد شده است: نخست مقدار مسافتی را روی زمین برابر با یک درجه عرض جغرافیایی روی نصف‌النهار اندازه می‌گرفتند و این مسافت را در ۳۶۰ ضرب می‌کردند تا محیط زمین به دست آید سپس چون نسبت محیط به قطر در دایره برابر با مقدار ثابت

ساعات بلندترین روز در ابتدا، انتها و میانه آنها آورده است. او در فصل نهم با عنوان «في أسماء البلدان والمدائن المعروفة في الأرض و ما في كل اقليم منها» به یاد کردن از شهرهای مشهور واقع در هر یک از اقالیم می‌پردازد. این نیز شیوه‌ای است که در کتاب‌های هیئت بعدی، به جز در آثار جامع، مشابهی ندارد.

۴- فرغانی در فصل‌های هفتم و دهم در باره مطالع افق مستقیم و آفاق مایل و اوضاع آسمان در عرض‌های جغرافیایی مختلف زمین سخن گفته است. در سنت نجومی بطلمیوسی، به ویژه در زیج‌ها، درست کردن جدول مطالع، یعنی به دست آوردن هم‌زمانی طلوع قوس‌هایی از معدل‌النهار با قوس‌های معینی از دایرة البروج، اهمیت داشته است. بر این اساس عرض‌های جغرافیایی زمین به دو دسته مطالع مستقیم (افق استوا) و مطالع مایل (آفاق دیگر) تقسیم می‌شوند و مقادیر قوس‌ها برای آنها محاسبه می‌شوند و در جدول تنظیم می‌شوند. بطلمیوس این مطالب را در بخش پایانی مقاله نخست (ص ۷۱، ۷۳-۷۴) و بخش‌هایی از مقاله دوم (ص ۹۰-۱۰۴) آورده است. در کتاب‌های هیئت ذکر این مطالب صورتی توصیفی به خود گرفت و مؤلفان کتاب‌های هیئت در ذکر اوضاع عرض‌های جغرافیایی مختلف زمین، آنها را در چهار دسته کلی دسته‌بندی می‌کردند: ۱- مواضعی که روی استوا هستند یعنی عرض جغرافیایی آنها صفر است، ۲- مواضعی که عرض جغرافیایی آنها کمتر از میل کلی^۱ است، ۳- مواضعی که عرض آنها بیشتر از میل کلی و کمتر از متمم آن است و ۴- مواضعی که عرض آنها بیشتر از متمم میل کلی است تا قطب. در آثار هیئت این

عدد π است، می‌توان مقدار قطر زمین و در نتیجه شعاع آن را به دست آورد. برای این منظور نصف‌النهار یک محل تعیین می‌شده و بیشترین ارتفاع یکی از ستارگان همیشه پیدا را، مانند ستاره قطبی برای عرض‌های شمالی، در آن نقطه به دست می‌آوردند سپس از آن محل روی خط نصف‌النهار مسیر همواری را به سمت شمال یا جنوب طی می‌کردند تا ارتفاع آن ستاره یک درجه بیشتر یا کمتر شود و این یعنی به اندازه یک درجه در عرض جغرافیایی، به سمت شمال یا جنوب، تغییر ایجاد شده است و فاصله میان آن دو نقطه برابر با طول کمان یک درجه است. بنا بر گزارش‌های موجود، به منظور تدقیق گزارش‌هایی که از بطلمیوس برجا مانده بود گروهی از دانشمندان اسلامی که آنها را اصحاب ممتحن می‌نامند، این اندازه‌گیری را در زمان مأمون به این روش انجام داده‌اند. به نقل بیرونی در تحدید نهایات الأماکن (ص ۲۱۴-۲۱۷)، فرغانی خود از اصحاب ممتحن و حاضران در این رصد بوده است.

۱. زاویه میان دایرة البروج و معدل‌النهار که مسلمانان مقدار آن را ۲۳ درجه و ۳۵ دقیقه در نظر می‌گرفتند.

چهار دسته‌بندی در چند فصل و معمولاً به دنبال هم مرتب می‌شده‌اند و در آنها گزارشی در باره چگونگی وضع آسمان در هر ناحیه داده می‌شود. نویسندگان آثار هیئت همچنین در فصل‌های جداگانه‌ای قواعد کلی مربوط به افق مستقیم و آفاق مایل را می‌آوردند^۱ (قلندری، ص ۹۷-۹۸). در جوامع علم النجوم تقسیم‌بندی عرض‌های جغرافیایی زمین در فصل هفتم آمده است و توضیح در باره افق مستقیم و آفاق مایل در فصل دهم. در فصل هفتم با عنوان «فی خواص اقسام الربع المسکون و ذکر المواضع التي تطلع علیها الشمس شهوراً لا تغرب عنها و تغرب عنها شهوراً لا تطلع علیها» در تقسیم‌بندی عرض‌های جغرافیایی زمین، از مواضع استوا سخن گفته نشده است و همان طور که در عنوان فصل نیز آمده است در باره عرض‌های جغرافیایی که روزها یا شب‌های طولانی دارند (عرض‌های بیش از ۷۷ درجه شمالی) به تفکیک سخن گفته شده است، یعنی عرض‌هایی که در آنها روزهایی به طول یک ماه، دو ماه تا شش ماه (عرض ۹۰ درجه) رخ می‌دهد، نام برده شده‌اند. در فصل دهم تقسیم‌بندی به افق مستقیم و آفاق مایل آمده است و فرغانی همان قواعد کلی را به صورت توصیفی در باره چگونگی محاسبه مطالع آنها آورده است.

۵- توصیف مدل‌های حرکت اجرام سماوی از مهم‌ترین بخش‌های آثار هیئت است و معمولاً سخن در باره ترتیب اجرام و مدل‌های حرکت آنها در طول و عرض در فصل‌های مجزا آمده است. به طور معمول در آثار هیئت این ترتیب از این قرار است: ۱- سخن در ترتیب افلاک و اجرام آسمانی، ۲- توصیف حرکت خورشید در طول، ۳- توصیف حرکت ماه در طول، ۴- توصیف

۱. بطلمیوس در بخش پایانی مقاله نخست مطالع افق مستقیم را به دست می‌آورد که کار دشواری نیست. سپس در باره مطالع آفاق مایل در بخش هفتم از مقاله دوم مجسطی سخن گفته است. او در آنجا بحث خود را در این باره با اثبات دو گزاره آغاز می‌کند: ۱- کمان‌هایی از دایره البروج که از یک اعتدال به یک فاصله‌اند با کمان‌های مشابهی از معدل النهار طلوع می‌کنند (صص ۹۰-۹۱) و این بدان معناست که مطالع مایل دو نقطه از دایره البروج که از یک اعتدال فاصله یکسانی دارند با یکدیگر برابر است؛ ۲- اگر دو کمان از دایره البروج با یکدیگر برابر باشند و از یک انقلاب به یک فاصله باشند آنگاه مجموع دو کمان از معدل النهار که با آنها طلوع می‌کنند با مجموع مطالع دو کمان مشابه از دایره البروج در فلک مستقیم برابر است (صص ۹۱-۹۲) یعنی مجموع مطالع مایل دو نقطه از دایره البروج که از یک انقلاب به یک فاصله هستند برابر با مجموع مطالع مستقیم آنهاست. با این حساب با در اختیار داشتن مطالع مستقیم اجزاء معدل النهار می‌توان مطالع مایل آنها را برای هر افق دلخواه محاسبه کرد. در کتاب‌های هیئت صورت این دو گزاره می‌آمده است.

حرکت زهره و سیارات علوی در طول، ۵- توصیف حرکت عطارد در طول و ۶- توصیف حرکات سیارات در عرض. البته این ترتیب در همه آثار هیئت، به ویژه آثار مختصر، به همین سیاق رعایت نشده است. در جوامع علم النجوم، که آن را از متون متقدم هیئت دانسته ایم، این فصل بندی و تفصیل کلام در باره مدلها وجود ندارد. فرغانی در مجموع در فصلهای ۱۲ تا ۱۸ کتاب به این مسائل پرداخته است. ترجمه عنوان این فصلها به این ترتیب است:

فصل ۱۲: در توصیف هیئت افلاک کواکب و ترکیب آنها و مراتب فواصل آنها از زمین؛ فصل ۱۳: در توصیف حرکات خورشید و ماه و ستارگان ثابت از شرق به غرب که حرکت طولی نامیده می شود؛ فصل ۱۴: در توصیف حرکات پنج سیاره در افلاکشان در طول؛ فصل ۱۵: آنچه از رجوع در سیر در فلک البروج بر پنج سیاره عارض می شود؛ فصل ۱۶: در باره مقدار فلکهای سیارات که فلک تدویر نامیده می شوند و فاصله مراکز فلکهای خارج مرکز [از مرکز عالم]؛ فصل ۱۷: در باره [تعداد روزهای] گردش سیارات در فلکهایشان و دایرة البروج؛ فصل ۱۸: توصیف حرکات ماه و سیارات در افلاک ثابت و متحرک در جهت شمال و جنوب که حرکت عرض نامیده می شود. به این فصلها باید فصلهای ۱۹ و ۲۰ را که فرغانی در آنها به ستارگان ثابت و منازل قمر پرداخته است نیز اضافه کنیم. اگر یاد کردن از منازل قمر را همان پرداختن به ستارگان ثابت و ایراد سخن در دسته بندی آنها بدانیم باید گفت که آوردن این عنوان، محل آن و حد پرداختن به آن نیز در آثار هیئت رویه مشترکی نداشته است، اما بیشتر نویسندگان آثار هیئت فصلی را در این باره در آثار خود می آورده اند.

آن طور که از محتوای این فصلها می توان دریافت فرغانی اطلاعات مربوط به مدل های حرکت مربوط به یک جرم آسمانی و مقادیرهای وابسته به آنها را به دنبال هم نیاورده است. در اینجا، حداقل در باره سیارات، پیروی از روش مجسطی را می توان دید چون در مجسطی صحبت در باره هر پنج سیاره در کنار هم است اما نویسندگان آثار هیئت بعدها چهار سیاره زهره، مریخ، مشتری و زحل را به سبب شباهت مدلها در کنار هم می آورده اند و در باره عطارد همواره جداگانه می نوشته اند. در اینجا فصلهای ۱۶ و ۱۷ تنها به

آوردن مقدار حرکت و یا مقدار خروج از مرکز سیارات اختصاص دارد و می‌توانست در فصل‌های دیگری، مانند فصل ۱۴، جای گیرد در حالی که فرغانی فصل‌های جداگانه‌ای را به آنها اختصاص داده است. در این فصل‌ها می‌توان مطالبی چون تعداد افلاک هر یک از سیارات، مقدار حرکت افلاک، مدت زمان یک گردش کامل برای هر سیاره، اختلافات مربوط به هر سیاره و آنچه برای برطرف کردن آنها باید در نظر گرفت به طور از هم گسیخته و در فصل‌های جدا از هم دید.

تفاوت دیگر میان جوامع علم النجوم و آثار بعدی هیئت را می‌توان در مطالب فصل ۱۲ از آن دید. نویسندگان آثار هیئت در ذکر ترتیب افلاک، نخست افلاک کلی سیارات را که در بردارنده افلاک دیگر آنها هستند نام می‌بردند. به زعم ایشان تعداد افلاک کلی، نه فلک است. در کتاب فرغانی این تعداد به پیروی از بطلمیوس، هشت فلک گفته شده است. البته اعتقاد به هشت فلک به جای نه فلک حداقل تا اوایل سده پنجم هجری رایج بوده است (برای مثال نک: بیرونی، التفهیم، ص ۵۷).^۱ این افلاک کلی کره‌های هم‌مرکزی هستند که دیگر افلاک سیارات، یعنی افلاک خارج مرکز و تدویر را در بر می‌گیرند اما فرغانی در یاد کردن از این افلاک کلی، همه این افلاک را به جز فلک هشتم خارج مرکز دانسته است. او در توصیف حرکات سیارات نیز می‌گوید که فلک هشتم موجد حرکت کلی از غرب به شرق است و باقی افلاک حرکات شرق به غرب را ایجاد می‌کنند.^۲ در تقسیم‌بندی حرکات اجرام سماوی دو حرکت کلی وجود دارد، نخست حرکت روزانه که از شرق به غرب است و دیگری حرکت کندتری است که اجرام را از غرب به شرق به پیش می‌برد. دانشمندان گذشته حرکت نخست را «حرکت اولی» و دومی را «حرکت ثانیه» می‌نامیدند. بر این اساس فرغانی افلاک سیارات را موجد

۱. به نظر می‌رسد ابن هیثم در فی هیئة العالم برای نخستین بار از نه فلک کلی به جای هشت فلک کلی یاد کرده است (لانگرم، متن عربی، ص ۱۱؛ نیز نک: کینگ، ص ۲۶).

۲. فأمّا الدایرة التي تقطع كرة الكواكب الثابتة فهي منطقة فلک البروج التي تقدم ذكرها وإليها يقاس المسير المختلف المقوم الذي يرى بجمع الكواكب من المغرب إلى المشرق فأمّا دایرة الأکر الخارجة المراكز فتسمى كل واحدة منها دایرة الفلک الخارج المركز وهي التي تسير فيها الكواكب سيرة الوسط المسير من المشرق إلى المغرب (برگ ۴۰ پشت و ۴۱ رو).

حرکت اولی دانسته و فلک هشتم را موجد حرکت ثانیه تلقی کرده است. هیئت نویسان بعدی هرچند در باره علت حرکت ثانیه همین نظر را دارند اما در باره علت حرکت اولی رأی دیگری برگزیده‌اند. در نظر ایشان افلاک کلی (یا ممثل) سیارات، خارج مرکز نیستند بلکه معادل فلک البروج و هم‌مرکز با آن هستند و موجد حرکت ثانیه در سیارات (البته به جز در باره ماه) هستند. بر این اساس علت حرکت اولی باید فلک دیگری باشد که آن را «فلک الافلاک» نامیدند.^۱ این تصور نه فلکی در آثار نجومی دانشمندان اسلامی از سده پنجم به بعد، به‌ویژه در آثار هیئت، دیده می‌شود (خرقی، منتهی الإدراک...، ص ۱۶۸-۱۷۴؛ خواجه نصیرالدین طوسی، التذکره...، ص ۱۰۹-۱۱۱).

مقاله سوم از زیج جامع کوشیار

زیج جامع از جمله مهم‌ترین و مشهورترین زیج‌های نوشته شده در دوران اسلامی است که احتمالاً در سال‌های میانی سده چهارم هجری نوشته شده است و برخی محققان آن را برترین اثر نجومی کوشیار گیلانی دانسته‌اند. کندی ترتیب مطالب زیج جامع را در آوردن مقدمات و عرضه جدول‌ها مشابه زیج صابی بتانی می‌داند و می‌گوید تنها وجه تمایز آن با زیج صابی آن است که زیج جامع اطلاعات رصدی تازه‌ای را در بر دارد. زیج جامع را به دلیل دیگری نیز می‌توان ارزشمند دانست و آن پایبندی کوشیار به آوردن اثبات‌های هندسی قضایا و روش‌هایی است که در کتاب از آنها استفاده کرده است (در این باره نک: کندی،^۲ ص ۱۵۶-۱۵۷؛ باقری،^۳ ۲۰۰۹، xvii-xxxvii) به جز این وجه تمایز دیگر زیج جامع با دیگر زیج‌هایی که در همان زمان نوشته شده‌اند

۱. دلیل افزودن این فلک آن است که با در نظر گرفتن مدل بطلمیوس می‌بایست فلک هشتم هم موجد حرکت روزانه باشد هم موجد حرکت ثانیه در حالی که از یک سو حرکت روزانه از شرق به غرب است و حرکت ثانیه از غرب به شرق و از سوی دیگر حرکت روزانه سریع است و حرکت ثانیه بسیار کند است. حال اگر بپذیریم که افلاک جسم عنصری هستند، بنا بر فیزیک ارسطو یک جسم عنصری نمی‌تواند مبدأ دو حرکت مختلف باشد در نتیجه مبدأ این دو حرکت باید متفاوت از یکدیگر باشد و چون این دو حرکت را در همه اجرام سماوی می‌بینیم باید بپذیریم که فلکی کلی برای ایجاد آن لازم است پس باید دو فلک کلی داشته باشیم که در بر دارنده احوال همه اجرام عالم باشند و آنها فلک‌های هشتم، فلک ثوابت، و نهم، فلک الافلاک، هستند (خرقی، منتهی الإدراک...، ص ۱۷۱-۱۶۲؛ خواجه نصیرالدین طوسی، الرسالة المعینیه، ص ۴۵-۴۶).

2. E. S. Kennedy
3. M. Bagheri

آن است که کوشیار مقاله‌ای در باره هیئت با عنوان «فی الهیئة» به کتاب افزوده است. این مقاله که سومین مقاله از مقالات زیج کوشیار است به سی باب تقسیم شده است و دو بخش دیگر نیز در پایان آن افزوده شده است. بخش نخست با عنوان «فی جوامع علم الهیئة علی ترتیب ابواب المقالة الاولی» که در آن کوشیار اصطلاحات به کار رفته در مقاله اول را بر اساس مفاهیمی که در سی باب مقاله سوم آورده تعریف می‌کند و بخش افزوده دیگر رساله‌ای در باره محاسبه ابعاد و اجرام است. البته باب بیست و دوم از سی باب نخست نیز به ابعاد و اجرام اختصاص دارد اما آن باب بسیار کوتاه است و تنها مقادارها در آن آمده‌اند ولی در این رساله کوشیار روش به دست آوردن این مقادارها را نیز توضیح داده است. به جز این دو بخش افزوده سی باب دیگر ترتیبی مشابه ترتیب آثار هیئت دارند با این تفاوت که در این کتاب بررسی اوضاع آفاق مختلف زمین در ابتدای رساله آمده است. در اینجا حسب موارد گفته شده در باره جوامع علم النجوم دو رساله را مقایسه می‌کنیم.

۱- باب «فی الهیئة» ترتیب مشخصی در بیان مطالب دارد. به جز آنکه موضوع ابعاد و اجرام در میان ابواب اوضاع آسمان آمده است، چهار سرفصل اصلی آثار هیئت را در این مقاله می‌توان این طور دسته‌بندی کرد: مقدمات (فصل‌های اول تا سوم)، اوضاع زمین (فصل‌های ۴ تا ۱۳)، اوضاع آسمان (فصل‌های ۱۴ تا ۲۱ و ۲۳ تا ۳۰) و ابعاد و اجرام (فصل ۲۲).

۲- به قیاس بیشتر آثار هیئت، باب فی الهیئة فصلی در باره تاریخ ندارد و تنها در باب سیزدهم در باره انواع ساعات (مستوی و زمانی) و تعدیل الایام بلیالها مطالبی آورده است.

۳- کوشیار تنها در فصل نهم در باره حدود اقالیم هفت‌گانه صحبت کرده است و در آن نیز تنها حدود اقالیم را بر پایه معیار ساعات بلندترین روز سال آورده است. او در فصل دهم به روش به دست آوردن مساحت زمین اشاره می‌کند که می‌توان آن را نیز به فصل ۲۲ که در باره ابعاد و اجرام است افزود. کوشیار به جغرافیای توصیفی نپرداخته و در باره شهرهایی که در اقالیم واقع می‌شوند سخنی نگفته است. با در نظر گرفتن خلاصگی باب «فی الهیئة» این رویه مشابه آثار مختصر بعدی هیئت است.

- ۴- کوشیار در پرداختن به مطالع، روشی را برگزیده است که به سبب تقدم آن بر آثار بعدی هیئت می‌توان ادعا کرد که روش او در انتخاب فصل‌های مرتبط با موضوع مطالع، مرجعی برای نویسندگان بعدی بوده است. مطالب او در باره مطالع را به روشنی به دو بخش می‌توان تقسیم کرد: فصل‌های چهارم تا هشتم که در آنها در باره مواضع مختلف زمین صحبت کرده است و فصل‌های یازدهم و دوازدهم که در آنها مطالع افق مستقیم و آفاق مایله را آورده است. در پنج فصل نخست کوشیار، به همان ترتیبی که پیش‌تر به آن اشاره شد، عرض‌های میان استوا تا قطب را به چهار بخش تقسیم کرده است. البته او مناطقی را که عرض آنها برابر با متمم میل کلی است در فصل جداگانه‌ای آورده (فصل هفتم) و از این رو سخن خود را در پنج فصل تبویب کرده است: فصل چهارم در خواص مواضع خط استوا، فصل پنجم در خواص مواضعی که در آنها قطب ارتفاعی دارد تا آنجا که ارتفاع قطب برابر با میل کلی است، فصل ششم در خواص مواضعی که ارتفاع قطب در آنها بیشتر از میل کلی است تا آنجا که ارتفاع قطب در آنجا برابر با متمم میل کلی است، فصل هفتم در خواص مواضعی که در آنها ارتفاع قطب برابر با متمم میل کلی است، فصل هشتم در خواص مواضعی که ارتفاع آنها از متمم میل کلی بیشتر است تا آنجا که ارتفاع قطب نود درجه است. او در باره هر یک از این مواضع توصیفی کلی از چگونگی طلوع و غروب ستارگان آسمان آورده است و همچون فرغانی به عرض‌های شمالی بیش از ۷۷ درجه بیشتر نپرداخته است. در ادامه، در فصل‌های یازدهم و دوازدهم کوشیار به توصیف قوانین کلی مطالع افق مستقیم و آفاق مایل توجه کرده است (نک: همین مقاله، ص ۱۱، زیرنویس ۱). هر چند این عنوان در جوامع علم النجوم در یک فصل آمده بود، اما تفاوتی در حد پرداختن به این موضوع میان دو رساله نمی‌توان یافت و هر دو در عباراتی نزدیک به هم نتایج محاسبات بطلمیوس را در مجسطی گزارش کرده‌اند.
- ۵- در باره توصیف مدل‌ها نیز در باب «فی الهیئة» می‌توان به روشنی تقسیم‌بندی را که پیش‌تر در این باره به آن اشاره شد، دید. کوشیار در فصل‌های ۱۴ تا ۲۱ از این باب به این موضوع پرداخته است:

فصل ۱۴: در ترتیب کره‌هایی که حرکات کلی سیارات را موجب می‌شوند و تعداد آنها؛ فصل ۱۵: در توصیف کره ستارگان ثابت و عدد صورت‌های آن و ستارگان رصد شده در آن؛ فصل ۱۶: در توصیف افلاک خورشید و حرکات آنها؛ فصل ۱۷: در توصیف افلاک ماه و حرکات آن در طول؛ فصل ۱۸: در توصیف افلاک عطارد و حرکات آن در طول؛ فصل ۱۹: در توصیف افلاک چهار سیاره باقی مانده و حرکات آنها در طول؛ فصل ۲۰: در توصیف حرکات کواکب در عرض

کوشیار نیز مانند فرغانی فلک نهم را در فلک‌شماری ابتدایی خود نیاورده است اما این فلک‌های کلی را متحد‌المركز در نظر گرفته است و می‌نویسد که افلاک برای توجیه حرکات نامنظم سیارات در نظر گرفته شده‌اند. در فیزیک ارسطویی که کیهان‌شناسی بطلمیوسی بر پایه آن بنا شده است تغییر در آسمان راه ندارد، پس حرکات نایکنواخت در آسمان نمی‌تواند وجود داشته باشد. بنا بر این حرکات نایکنواخت سیارات که در آسمان مشاهده می‌شوند با در نظر گرفتن محرک‌های متعدد که هر کدام سرعت یکنواخت مخصوص به خود دارند، توجیه می‌شوند و هر کدام از این محرک‌ها فلک نام دارند. سیارات حرکتی به خودی خود ندارند و به سبب حرکات افلاکشان متحرک دیده می‌شوند و این افلاک کره‌های حقیقی هستند که همه از عنصر پنجم ارسطو ساخته شده‌اند (نک: قلندری، ص ۳۰-۵۵). کوشیار در ابتدای فصل ۱۴ این طور نوشته است:

ریاضی‌دانان که اصحاب این صنعت هستند با استفاده از ابزارهای رصد و روش‌های هندسی در حرکات سیارات اختلافاتی یافتند از [جهت] تندی و کندی و رجوع و استقامت و صعود و هبوط و انتقال از شمال به جنوب و از جنوب به شمال، سپس با افکار لطیف و تصورات دقیق برای این حرکات افلاکی در نظر گرفتند، یعنی کره‌هایی که نظام طبیعی حرکات سیارات را حفظ کنند که تندی و کندی و رجوع و استقامت و صعود و هبوط و انتقال از جهتی به جهت دیگر در آن نیست به رغم اختلافی که به حس می‌آید. پس با [در نظر گرفتن] این افلاک و [مطالعه] اوضاع آنها حساب تقویم سیارات و احوال دیگر آنها برای ایشان برهانی شد و حساب آن منظم شد. و از این حرکات، به استعاره و به منظور کوتاهی سخن به دوایر و نقاط بسنده کردند و

در ایراد سخن از اینکه این حرکات ذاتی هستند یا عرضی و اینکه تأثیری بر فلک دارند یا خیر، یعنی [سیارات] خود حرکت می‌کنند یا به سبب حرکت افلاکی که آنها را حرکت می‌دهند، متحرک دیده می‌شوند، اهمال کردند و آن را به اهل آن بحث واگذاشتند زیرا در صناعت خود به آن نیازی نداشتند (برگ ۳۲۶ پشت).

چنین تعبیری در باره افلاک را می‌توان در آثار هیئت به روشنی پیگیری کرد. مؤلفان هیئت همواره تأکید داشته‌اند که هدف آنها عرضه‌الگوی واقعی از افلاک است، یعنی کره‌های واقعی یا آن طور که ایشان می‌آوردند: «افلاک مجسم»^۲. ابن هیثم در مقدمه رساله فی هیئة العالم به همین موضوع اشاره کرده است و در باره نویسندگان آثار نجومی می‌گوید که ایشان برای سادگی امر در یاد کردن از افلاک به دوائر و نقاط بسنده کرده‌اند در حالی که افلاک کره‌های مجسم هستند (لانگرم،^۳ متن عربی، ص ۵-۶؛ نیز نک: گمینی، ص ۲۵۷-۲۵۹؛ قلندری، ص ۱۸-۱۹). تأکید بر افلاک مجسم را با عباراتی مشابه در آثار هیئت نیز می‌توان جستجو کرد (خرقی، منتهی الإدراک...، ص ۱۴۸-۱۵۰، ۱۷۰؛ و با عبارات خلاصه‌تر در خواجه نصیرالدین طوسی، التذکره...، ص ۱۰۹-۱۱۰؛ همو، الرسالة المعینة، ص ۳۷-۳۸). با استناد به عبارات منقول از کوشیار می‌توان مدعی شد که کوشیار پیش از نویسندگان آثار هیئت

۱. التعلیمیون وهم أصحاب هذه الصناعة وجدوا حركات الكواكب على اختلافها من السرعة والإبطاء والرجوع والاستقامة والصعود والهبوط والانتقال ممن الشمال إلى الجنوب ومن الجنوب إلى الشمال بآلات رصدية وطرق هندسية ثم وجدوا بأفكارهم اللطيفة وأوهامهم الدقيقة لهذه الحركات أفلاكاً أعني كرات تحفظ حركات الكواكب مع وجود اختلافها بالحس نظامها الطبيعي لا سرعة فيها ولا إبطاء ولا رجوع ولا استقامة ولا صعود ولا هبوط ولا انتقال من جهة إلى جهة فيبرهن لهم بتلك الأفلاك وأوضاعها حساب تقويم الكواكب وسائر أحوالها برهاناً وحساباً مطرداً وعبروا عن حركات هذه الكرات بحركات دوائر وخطوط ونقط على سبيل الاستعادة وإيجاز اللفظ. فأما البحث عن تلك الحركات إنها ذاتية للمتحركات أم عرضية لها وإنها تحدث في الفلك انفعلاً أم لا تحدث أعني إنها تتحرك بأنفسها أم تتحرك بأفلاك تحركها فإنهم لما لم يحتاجوا إليه في صناعتهم اهتموا ذكره وتركوا هذا البحث لأهله.

۲. در اینجا باید این نکته را اضافه کرد که هر دو کتاب در یاد کردن از تعداد افلاک سیارات از مجسطی تبعیت کرده‌اند و بر این اساس الگوهای ایشان غیر مجسم است اما کوشیار با آوردن این عبارات به نوعی قصد خود را تألیف رساله‌ای در هیئت مجسم نوشته است هرچند در عرضه‌الگوها به این هدف پایبند نبوده است (نیز در این باره نک: گمینی، ص ۲۵۸).

به لزوم در نظر گرفتن افلاک مجسم اشاره کرده است، هرچند خود در ادامه و در توضیح الگوهای حرکت افلاک به آن پایبند نمانده است.

فصل‌بندی کوشیار در عرضه الگوهای حرکت طولی کاملاً به آثار هیئت شبیه است. او در توصیف مدل‌ها در هر فصل، به ترتیب، تعداد افلاک سپس حرکات و سپس اختلافات الگوهای حرکت سیارات را آورده است برای مثال در متن کوشیار، تمام اطلاعات مربوط به حرکات عطارد در طول، یک جا و در فصل هجدهم آمده‌اند در حالی که در جوامع علم النجوم این مطالب در فصل‌های مختلف پراکنده هستند:

- سخن در باره تعداد افلاک کلی عطارد در فصل ۱۳؛ البته فرغانی در فصل ۱۲ نیز اشاره کوتاهی به این مسأله کرده است. در فصل ۱۳ او می‌نویسد که هر یک از سیارات فلک‌های تدویری دارند که روی فلک‌های خارج مرکز، به جز آنها که پیش‌تر به آنها اشاره کرده بود، حرکت می‌کنند

- سخن در باره حرکت‌های عطارد در طول در فصل ۱۴؛ هرچند فرغانی یاد کردن از حرکت‌های سیارات را در طول یک‌جا آورده است اما حسب تفاوت‌های عطارد با دیگر سیارات ناگزیر شده است در بخش‌هایی از این فصل جداگانه در باره عطارد بنویسد. مقدار حرکت‌های طولی هر یک از فلک‌ها نیز در این فصل آمده‌اند.

- یاد کردن از اندازه شعاع فلک تدویر و مقدار خروج از مرکز فلک خارج مرکز در فصل ۱۶.

بر این اساس می‌توان گفت ترتیبی که کوشیار برای آوردن الگوهای حرکت سیارات در طول برگزیده است بیش از ترتیبی که فرغانی در آوردن این مطالب انتخاب کرده است به آثار هیئت شبیه است.

۱. منظور همان افلاک کلی است که در فصل ۱۲ فرغانی آنها را برای سیارات خارج مرکز در نظر گرفته بود.

مقایسه مقادیر ابعاد و اجرام منقول در دو رساله

در ساختار چهار جزئی که برای کتاب‌های هیئت برشمرده‌اند (نک : همین مقاله، ص ۴۱)، از فصل ابعاد و اجرام به عنوان یکی از اجزاء اصلی آنها یاد می‌کنند، اما حضور این جزء را در همه آثار هیئت نمی‌توان دید و این تقسیم‌بندی را بیشتر می‌توان به آثار جامع هیئت، نوشته شده در سده هفتم هجری، نسبت داد. عبدالجبار خرقی در منتهی الإدراک، ابعاد و اجرام را در فصلی از مقاله دوم کتاب آورده است (ص ۳۹۰-۳۹۳) که مربوط به اوضاع زمین است. او در دو اثر دیگر خود، التبصرة في علم الهيئة وعمدة خوارزمشاهی، این عنوان را اصلاً نیاورده است. شرف‌الدین مسعودی در جهان دانش عنوان ابعاد و اجرام را در فصل بیست و سوم از مقاله اول کتاب آورده است (ص ۱۱۶-۱۲۲) که این مقاله به اوضاع آسمان و یاد کردن از الگوهای حرکت اجرام آسمانی اختصاص دارد. چغمینی نیز در الملخص في الهيئة موضوع ابعاد و اجرام را نیاورده است. به این ترتیب به نظر می‌رسد نخستین نویسندگان آثار هیئت در باب آوردن یا نیاوردن مسأله ابعاد و اجرام اتفاق نظر نداشته‌اند. خرقی در منتهی الإدراک پس از اشاره مختصری که به روش محاسبه ابعاد ماه و عطارد کرده است، می‌افزاید:

و آنچه گفتیم اشاره‌ای بود در باره آنکه چگونه این مقادیر را به دست آورده‌اند و هر که بخواهد حقیقت امر را بداند باید به کتاب‌هایی که به طور خاص در باره ابعاد و اجرام نوشته شده‌اند مراجعه کند زیرا در اینجا شرح کافی برای آن نیامده است زیرا با شرح این فصل از شرط کتاب خارج می‌شویم (ص ۳۹۲).

آنچه خرقی در باره محاسبات مربوط به ماه و عطارد آورده است بسیار خلاصه است و شاید بتوان گفت به سبب همین وابستگی موضوع ابعاد و اجرام به محاسبات، در باب آوردن آنها در آثار هیئت اتفاق نظر وجود ندارد (فلندری، ص ۱۰۱). به هر صورت، فرغانی در دو فصل و کوشیار در یک فصل به موضوع ابعاد و اجرام پرداخته‌اند.^۲ در این فصل هر دو نویسنده تنها به آوردن مقادیر گزارش شده بسنده

۱. «فهذا الذي ذكرناه إشارة إلى وجه توصلهم إلى مقادير هذه الأبعاد. فمن أراد الوقوف على حقيقة الأمر فليرجع إلى الكتب المؤلفة خاصة في ذكر الأبعاد والأجرام إذ ليس هذا موضع شرحها بطريق الاستقصاء مع أنا خرجنا في شرح هذا الفصل عن شرط الكتاب.»

۲. چون مسأله ابعاد و اجرام به دانستن اندازه قطر و محیط زمین ربط مستقیم دارد معمولاً پیش از فصل ابعاد و

کرده‌اند و در باره روش محاسبه چیزی ننوشته‌اند. البته کوشیار باب مفصلی را به پایان رساله خود افزوده است که در آن در باره روش‌های محاسبه ابعاد (فاصله‌ها) سخن گفته است.

بطلمیوس در مجسطی تنها مقدارهای مربوط به ماه و خورشید را محاسبه کرده بود اما در الاقتصاص مقدارهای مربوط به همه اجرام آسمانی را آورده و برخی از مقدارهای به دست آمده در مجسطی را به صورت ساده‌تر گزارش کرده است. برای مثال بطلمیوس در مجسطی (ص ۲۴۷-۲۵۱) نزدیک‌ترین و دورترین فاصله ماه را به ترتیب ۳۳؛۳۳ و ۶۴؛۱۰ جزء به دست آورده است (نیز نک: گلدشتاین، ص ۹) و در الاقتصاص آنها را به ترتیب ۳۳ و ۶۴ جزء گزارش کرده است (گلدشتاین، ص ۱۱). مشابهت مقدارهای منقول در آثار هیئت با مقدارهای بطلمیوس می‌تواند شاهد خوبی بر ادعای تأییدی ایشان در این مقوله، از آثار بطلمیوس باشد. در اینجا مقدارهای ابعاد و اجرام را در الاقتصاص بطلمیوس، جوامع علم النجوم فرغانی و مقاله سوم از زیج جامع کوشیار در چند جدول در کنار هم آورده‌ایم تا مقایسه آنها با یکدیگر ساده‌تر شود. در جدول نخست فاصله اجرام آسمانی تا زمین آمده است و در جدول دوم مقدارهای محاسبه شده برای این فاصله‌ها در مقیاس میل آمده است. در ادامه جدول‌هایی حاوی مقدارهای قطر و احجام (اجرام) ماه و خورشید و دیگر سیارات در مقایسه با زمین، اگر قطر و حجم آن واحد باشد، بر پایه مقدارهای منقول در این رساله‌ها آمده‌اند.

اجرام، فصلی نیز با این موضوع می‌آمده است. این موضوع در فصل هشتم از جوامع علم النجوم و در فصل دهم از «باب فی الهیئة» مقاله سوم زیج جامع کوشیار آمده است.

مقاله سوم از زیج جامع کوشیار و جوامع علم النجوم فرغانی/ ۶۱

جدول ۲. فاصله اجرام آسمانی تا زمین به اجزاء (قطر زمین= یک جزء)

| ستارگان ثابت (بزرگ‌ترینشان) | زحل | مشتری | مریخ | خورشید | زهرة | عطارد | ماه | | |
|--------------------------------|-------|-------|------|--------|------|-------|------------|---------|----------------------|
| | | | | | | | نزدیک‌ترین | دورترین | |
| ۲۰۰۰۰۰ | ۱۹۸۶۵ | ۱۴۱۸۹ | ۸۸۲۰ | ۱۲۶۰ | ۱۱۶۰ | ۱۶۶ | ۶۴ | ۳۳ | بطلمیوس ^۱ |
| - | ۲۰۱۱۰ | ۱۴۴۰۵ | ۸۸۷۶ | ۱۲۲۰ | ۱۱۲۰ | ۱۶۷ | ۶۴؛۱۰ | ۳۳؛۳۳ | فرغانی ^۲ |
| ۱۹۸۳۵ | ۱۹۸۳۵ | ۱۴۱۶۸ | ۸۷۶۴ | ۱۲۵۵ | ۱۱۶۱ | ۱۶۶ | ۶۴؛۱۵ | ۳۳؛۷ | کوشیار |

هر چند مواردی که مقدار کوشیار به مقدار گزارش شده بطلمیوس نزدیک است، بیشتر هستند اما به یقین نمی‌توان گفت که کدام یک بیشتر از بطلمیوس متأثر بوده است. اگر فرض رونویسی و احتمال اشتباه کاتبان آثار بطلمیوس را کنار بگذاریم باید قائل به اختلاف در روش‌های محاسبه بشویم و چون فرغانی در باره روش محاسبه سخنی نگفته است، نمی‌توانیم به درستی در این باره اظهار نظر کنیم. از طرفی می‌دانیم که بطلمیوس علاوه بر ذکر این مقادارها، نسبت‌های نزدیک‌ترین به دورترین فاصله‌ها را نیز برای همه اجرام آسمانی به جز ماه نوشته است (گلدشتاین، ص ۱۰-۱۱، باقری و دیگران، ۲۰۱۰، ص ۱۰۱). این نسبت‌ها از این قرارند:

$$\text{عطارد: } \frac{34}{88}; \text{ زهره: } \frac{16}{104}; \text{ خورشید: } \frac{23}{25}; \text{ مریخ: } \frac{1}{7}; \text{ مشتری: } \frac{23}{37}; \text{ زحل: } \frac{5}{7}.$$

۱. برای نوشتن مقادارهای بطلمیوس به تحقیق گلدشتاین (ص ۱۱) در باره الاقتصاص و مقاله «رسالة ابعاد و اجرام کوشیار بن لبان گیلانی» (باقری و دیگران، ۲۰۱۰، ص ۱۰۱) مراجعه کرده‌ایم.
 ۲. برای نوشتن مقادارهای فرغانی اعداد دو نسخه‌ای را که در دست داشتیم، یعنی نسخه چاپ شده در سال ۱۶۶۹ و نسخه دست‌نویس ۹۶۷ کتابخانه پرنستون، مقابله کرده‌ایم. تفاوت‌هایی میان ارقام دو نسخه وجود دارد که می‌تواند ناشی از اشتباه نسخه‌نویسان باشد.

۳. فرغانی این مقادارها را $\frac{1}{3} + \frac{1}{4}$ (برای نزدیک‌ترین) و $\frac{1}{6}$ (برای دورترین) نوشته است که آنها را تبدیل کرده‌ایم. این دو مقدار همان مقادارهای مجسطی هستند. این می‌تواند نشانه استفاده هم‌زمان از مجسطی و الاقتصاص توسط فرغانی باشد.

با در نظر داشتن این پیش فرض که در این محاسبه همواره دورترین فاصله جرمی که در ترتیب پایین تر است، نزدیکترین فاصله جسم بالاتر در ترتیب است (مثلاً دورترین فاصله ماه با نزدیکترین فاصله عطارد برابر است)، بنا بر این می توان نسبتها را برای هر یک از اجرام به دست آورد و به دست می آید که با تقریب خوبی این نسبتها یکسان هستند. حال اگر مقدار فاصله اجرام آسمانی از زمین در مقیاس میل نوشته شود (جدول ۳) که در هر دو رساله آمده است، باز هم میان مقدارهای کوشیار و فرغانی تفاوت هست اما همچنان نسبتها با تقریب خوبی برقرار هستند.

جدول ۳. فاصله از زمین در مقیاس میل

| فاصله از زمین در مقیاس میل در باب ۲۲ از «باب فی الهیة» از زیج جامع کوشیار | | فاصله از در مقیاس میل در جوامع علم النجوم فرغانی | | اجرام آسمانی |
|---|--|--|--|--------------|
| دورترین | نزدیکترین | دورترین | نزدیکترین | |
| ۲۴۵/۳۰۶ | ۱۲۶/۴۴۰ | ۲۰۸/۵۴۲ | ۱۰۹/۰۲۶ | ماه |
| ۶۳۳/۷۸۸ | نزدیکترین فاصله هر یک از این اجرام از زمین برابر با دورترین فاصله هم پائین تر تا زمین است. | ۵۴۲/۷۵۰ | نزدیکترین فاصله هر یک از این اجرام از زمین برابر با دورترین فاصله هم پائین تر تا زمین است. | عطارد |
| ۴/۴۲۸/۸۸۰ | | ۳/۶۴۰/۰۰۰ | | زهرة |
| ۴/۷۸۳/۹۵۴ | | ۳/۹۶۵/۰۰۰ | | خورشید |
| ۳۳/۴۶۰/۹۵۲ | | ۲۸/۸۴۷/۰۰۰ | | مریخ |
| ۵۴/۰۹۳/۴۲۴ | | ۴۶/۸۱۶/۲۵۰ | | مشتری |
| ۷۵/۷۳۰/۰۳۰ | | ۶۵/۳۵۷/۵۰۰ | | زحل |
| ۷۵/۷۳۰/۰۳۰ | | - | | - |

در اینجا می توان با تکیه به استدلال دیگری از احتمال تبدیل مقدارها با معیارهای متفاوت سخن گفت. بطلمیوس در الاقتصاص فاصلهها را در مقیاس اسطادیا نوشته است، بنا بر این با توجه به اختلاف مقدارهای کوشیار و فرغانی می توان حدس زد که معیار تبدیل اسطادیا به میل برای هر یک از آنها متفاوت بوده و به این دلیل به رغم ثابت ماندن نسبت میان فواصل، مقدارهای گزارش شده متفاوت از یکدیگر هستند.

البته با تقسیم مقادیرهای گزارش شده در مقیاس میل از فرغانی و کوشیار بر مقادیرهای گزارش شده در مقیاس اسطادیا از بطلمیوس به معیار تبدیل واحدی دست پیدا نمی‌کنیم، یعنی نمی‌توان گفت که هر یک از این دو از چه مقدار واحدی برای تبدیل اسطادیا به میل استفاده کرده‌اند.^۱ در نتیجه، تنها با استناد به نسبت‌های فاصله‌ها که با نسبت‌های بطلمیوس یکسان هستند می‌توان ادعا کرد که فرغانی و کوشیار در نوشتن این ارقام، به احتمال بسیار، از بطلمیوس پیروی کرده‌اند؛ البته هر دو ایشان در میان مطالب خود به این تبعیت اشاره کرده‌اند. کوشیار در ابتدای فصل ۲۲ نوشته است مقادیر ابعاد و اجرام را بر پایه «قیاسات بطلمیوس» می‌آورد و فرغانی نیز در ابتدای فصل‌های ۲۱ و ۲۲، که به ترتیب به ابعاد و سپس اجرام اختصاص دارند، می‌نویسد که بطلمیوس در کتاب خود مقادیر مربوط به ماه و خورشید را حساب کرده و در باره باقی سیارات سخنی نگفته است (برگ‌های ۷۲ رو، ۷۴ رو و ۷۴ پشت). چون بطلمیوس در مجسطی محاسبات مربوط به ماه و خورشید را انجام داده است، از سخن فرغانی می‌توان این طور تلقی کرد که در این موضوع او تنها به مجسطی مراجعه کرده است. شاید این نیز دلیل دیگری باشد بر تفاوت مقادیرهای فرغانی با مقادیرهای کوشیار و بطلمیوس (نیز نک: سالی رجب، ۲ ص ۴۸-۴۹). فرغانی در باب ۲۲ می‌نویسد:

و دانستن این [منظور مقادیرهای اجرام است] بر همان روش که در باره ماه و خورشید بدان عمل شد، آسان است (برگ ۷۴ پشت).^۳

شاید بتوان گفت که فرغانی در محاسبه این مقادیرها مستقل از کتاب الاقتصاص عمل کرده است و از همین رو مقادیرهای او با مقادیرهای کوشیار که به احتمال بسیار از این کتاب بهره برده است، متفاوت هستند.

این موضوع در باره قطرها و حجم‌ها بسیار پوشیده‌تر است. ملاک محاسبه این مقادیرها نسبت به زمین آن بوده است که نخست نسبت قطر هر یک از اجرام را نسبت

۱. از تقسیم مقادیرهای دورترین فاصله اجرام آسمانی در مقیاس میل بر مقادیرهای بطلمیوس در مقیاس اسطادیا، واحد تبدیل اسطادیا به میل به ترتیب برای ماه، عطارد، زهره، خورشید، مریخ مشتری و زحل از این قرار به دست آمدند: فرغانی: ۱۱۳۷، ۱۱۷۶، ۱۱۴۱، ۱۰۹۷، ۱۱۴۰، ۱۰۴۵ و ۱۱۴۷؛ کوشیار: ۱۳۳۸، ۱۳۳۲، ۱۳۲۴، ۱۴۳۱، ۱۳۲۳، ۱۲۰۸ و ۱۳۲۹.

2. Sally P. Ragep

۳. «ومعرفة ذلك سهل على مثال ما عمل به في الشمس والقمر.»

به خورشید می‌سنجیده‌اند (جدول ۴) که از چگونگی این کار اطلاع دقیقی نداریم. سپس چون نسبت قطر خورشید به زمین معلوم بوده است، نسبت قطر باقی اجرام به زمین به دست می‌آمده است. مقدارهایی که از الاقصاص و آثار کوشیار و فرغانی به دست می‌آیند از این قرارند:

جدول ۴. مقدار قطر اجرام آسمانی نسبت به قطر خورشید

| ستارگان ثابت (بزرگ‌ترینشان) | زحل | مشتری | مریخ | زهره | عطارد | قطر ظاهری ماه | |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|---------------------|
| $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{15}$ | $\frac{1}{3}$ | بطلمیوس |
| $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{15}$ | ۱ | فرغانی ^۱ |
| $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{20}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{15}$ | - | کوشیار |

۱. در دست‌نویس ۹۶۷ کتابخانه پرنستون نسبت‌های مربوط به زهره و مشتری به صورت $\frac{1}{11}$ و $\frac{1}{22}$ آمده‌اند. در اینجا این تفاوت را ناشی از اشتباه کاتب تلقی کرده‌ایم و به مقدارهای مندرج در نسخه چاپ شده در ۱۶۶۹ م اعتماد کرده‌ایم.

مقاله سوم از زیج جامع کوشیار و جوامع علم النجوم فرغانی / ۶۵

جدول ۵. مقدار قطر اجرام آسمانی نسبت به قطر زمین (قطر زمین=۱)

| ستارگان ثابت (بزرگ‌ترینشان) | زحل | مشتری | مریخ | خورشید | زهره | عطارد | ماه | |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|---------------|------------------------------|----------------|------------------------------|---------|
| $\frac{1}{4} + \frac{1}{20}$ | $\frac{1}{4} + \frac{1}{20}$ | $\frac{1}{3} + \frac{1}{40}$ | $\frac{1}{7}$ | $\frac{5}{2}$ | $\frac{1}{4} + \frac{1}{20}$ | $\frac{1}{27}$ | $\frac{1}{4} + \frac{1}{24}$ | بطلمیوس |
| $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{2} + \frac{1}{16}$ | $\frac{1}{6}$ | $\frac{5}{2}$ | $\frac{1}{13} - \frac{1}{3}$ | $\frac{1}{28}$ | $\frac{1}{3} - \frac{2}{5}$ | فرغانی |
| $\frac{1}{4} + \frac{1}{20}$ | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{4} + \frac{1}{6}$ | $\frac{1}{7}$ | $\frac{5}{2}$ | $\frac{1}{17}$ | $\frac{1}{28}$ | $\frac{1}{3} - \frac{2}{5}$ | کوشیار |

جدول ۶. مقدار حجم اجرام آسمانی نسبت به حجم زمین (حجم زمین=۱)

| ستارگان ثابت (بزرگ‌ترینشان) | زحل | مشتری | مریخ | خورشید | زهره | عطارد | ماه | |
|--------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|---------|
| $94\frac{1}{6} + \frac{1}{8}$ | $79\frac{1}{2}$ | $82\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10}$ | $\frac{1}{2}$ | $166\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{44}$ | $\frac{1}{19683}$ | $\frac{1}{40}$ | بطلمیوس |
| ۱۰۷ | ۹۱ | ۹۵ | $\frac{1}{2} + \frac{1}{8}$ | ۱۶۶ | $\frac{1}{37}$ | $\frac{1}{22000}$ | $\frac{1}{39}$ | فرغانی |
| $94\frac{1}{5}$ | $81\frac{2}{5} + \frac{1}{6}$ | $84\frac{2}{3} + \frac{1}{4}$ | $\frac{1}{2}$ | $166\frac{1}{4} + \frac{1}{8}$ | $\frac{1}{34} - \frac{1}{3}$ | $\frac{1}{22000}$ | $\frac{1}{39} - \frac{1}{4}$ | کوشیار |

همان طور که می‌بینیم ارقام جدول (۴) هیچ تفاوتی با یکدیگر ندارند، به جز در مورد ماه، همچنین هر سه کتاب مقدار نسبت قطر خورشید را به زمین یکسان گزارش کرده‌اند اما باقی مقادیرها که قرار است بر پایه نسبت قطر زمین به خورشید به دست

بیابند متفاوت هستند و این مسأله‌ای است که نمی‌توان در باره علت آن اظهار نظر کرد چون حداقل در این دو رساله گزارشی از روش‌های محاسبه نیامده است. با این حال یک بار دیگر نزدیکی ارقام به ارقام مندرج در الاقتصاص، می‌تواند نشانه پیروی نویسندگان این آثار متقدم هیئت از کتاب بطلمیوس باشد.

نتیجه‌گیری

بنا بر مستندات مذکور و تأکید بر این مدعا که آغاز نگارش آثار هیئت، با توصیفی که از آنها عرضه شد، مربوط به زمانی در سده ششم هجری است، می‌توان گفت که به جز رساله فی هیئة العالم ابن هیثم که نخستین نویسندگان آثار هیئت در نظر گرفتن افلاک مجسم را از آن وام گرفته‌اند و در آثار خود به آن اشاره کرده‌اند، آثار دیگری را می‌توان جست که منبع احتمالی ایشان در نوشتن آثار هیئت و انتخاب مطالب آنها بوده‌اند. از میان رساله‌هایی که آنها را در این مقاله آثار متقدم هیئت نامیدیم، دو رساله جوامع علم النجوم و باب «فی الهیئة» از زیج کوشیار بیش از آثار دیگر خصوصیات مشابه آثار هیئت بعدی دارند. از میان این دو کتاب، بر پایه موارد مذکور در این مقاله، اثر کوشیار دارای ساختاری است که بیش از کتاب فرغانی آن را به آثار هیئت شبیه می‌کند و این می‌تواند شاهی بر این مدعا باشد که رساله کوشیار به همراه فی هیئة العالم ابن هیثم دو منبع اصلی نویسندگان آثار هیئت بوده‌اند.

پيوست

فهرست ابواب باب فى الهيئة در زيچ جامع كوشيار و جوامع علم النجوم فرغانى

| فصول | باب فى الهيئة در زيچ جامع | جوامع علم النجوم |
|------|---|--|
| ١ | فى صفة الكرة والدواير | فى سنى العرب والعجم واسماء شهورهم وأيامهم واختلاف ما بين بعضها وبعض وذكر التواريخ |
| ٢ | فى جمل من هيئة السماء والأرض | فى أن السماء على مثال الكرة ودورها بجميع ما فيها من الكواكب كدور الكرة |
| ٣ | فى صفة الدواير العظام التى هى الأصول | فى أن الأرض فى جميع أجزائها من البر والبحر وأيضاً على مثال الكرة |
| ٤ | فى خواص مواضع خط الاستواء | فى أن الأرض مثبتة فى وسط كرة السماء كالمركز وقدرها عند قدر السماء كقدر النقطة من الدائرة |
| ٥ | فى خواص المواضع التى بها للقطب ارتفاع ما إلى حيث الارتفاع مثل الميل كله | فى الحركتين الأوليين من حركات السماء ... |
| ٦ | فى خواص المواضع التى ارتفاع القطب بها أكثر من الميل كله إلى حيث الارتفاع مثل تمام الميل كله | فى صفة الربع المسكون من الأرض وجمل ما يعرض فيه من دور الفلك واختلاف الليل والنهار |
| ٧ | فى خواص المواضع التى بها ارتفاع القطب مثل تمام الميل كله سوا | فى خواص أقسام الربع المسكون وذكر المواضع التى تطلع عليها الشمس شهوراً لا تغرب وتغرب عنها شهوراً لا تطلع |
| ٨ | فى خواص المواضع التى بها ارتفاع القطب أكثر من تمام الميل كله إلى حيث الارتفاع تسعون جزءاً | فى مساحة الأرض وقسمة السبعة أقاليم العامرة منها |
| ٩ | فى حدود الاقاليم السبعة من العمارة الموصوفة | فى أسماء البلدان والمدائن المعروفة فى الأرض وما فى كل اقليم منها |
| ١٥ | فى ذكر الطريق إلى مساحة الأرض وكمية مساحتها | فى مطالع البروج واختلافها فى الأفلاك المستقيمة التى هى آفاق دائرة الاستواء وفى الأفلاك المائلة التى هى آفاق الأقاليم |
| ١١ | فى صفة مطالع البروج بخط الاستواء | فى مقدار زمان النهار والليل واختلاف الساعات المعدلة والزمانية |
| ١٢ | فى صفة مطالع البروج فى الآفاق المائلة | فى صفة هيئة أفلاك كل كوكب من الكواكب وكميتها وتركيبها ومراتب أبعادها من الأرض |

| فصول | باب في الهيئة در زيج جامع | جوامع علم النجوم |
|------|---|---|
| ١٣ | في صفة الساعات المستوية والزمانية ومقدار اليوم بليلته ومعني تعديل الأيام بلياليها | في تصنيف حركات الشمس والقمر والكواكب الثابتة في أفلاكها في جهتي المشرق والمغرب التي تسمى حركة الطول |
| ١٤ | في ترتيب الكرات المحتوية على جملة حركات كل كواكب وعددها | في تصنيف حركات الكواكب الخمسة المتحيرة في أفلاكها في الطول |
| ١٥ | في صفة كرة الكواكب الثابتة وعدد الصور والكواكب المرصودة منها | فيما يعرض الكواكب الخمسة المتحيرة من الرجوع في سيرها في فلك البروج |
| ١٦ | في صفة الأفلاك الشمس وحركاتها | في مقادير أفلاك الكواكب التي تسمى أفلاك التداوير عند الأفلاك الخارجة المراكز وأبعاد مراكز الأفلاك الخارجة المراكز من مركز الأرض |
| ١٧ | في صفة أفلاك القمر وحركاتها في الطول | في أدوار الكواكب في أفلاكها وفي فلك البروج |
| ١٨ | في صفة أفلاك عطارد وحركاتها في الطول | في تصنيف حركات القمر والكواكب في أفلاكها الثابتة والجارية في جهة الشمال والجنوب التي تسمى حركة العرض |
| ١٩ | في صفة أفلاك الكواكب الأربعة الباقية وحركاتها في الطول | في عدد الكواكب الثابتة وتصنيفها على مقادير عظمتها ووضع مواضع العظام منها إلى السماء وهي خمسة عشر كوكباً |
| ٢٠ | في صفة حركات الكواكب في العرض | في صفة الكواكب التي تسمى منازل القمر وهي ثمان وعشرون منزلة |
| ٢١ | في صفة الرجوع والاستقامة | في مساحة أبعاد الكواكب الجارية والثابتة من الأرض |
| ٢٢ | في مقادير الأبعاد والأجرام وذكر الطريق إليها | في مساحة الكواكب ومقدار مساحة الأرض من مساحة كل كوكب منها |
| ٢٣ | في صفة تقدم درجة ممر الكواكب على درجة طوله وتأخرها عنها | فيما يعرض من الاختلاف بين الكواكب وبين درجاتها في منطقة فلك البروج في توسط السماء وفي الطلوع والغروب |
| ٢٤ | في صفة تقدم درجة الطلوع والغروب على درجة الطول وتأخرها عنها | في تشريق الكواكب وتغريبها واختلافها بشعاع الشمس |
| ٢٥ | في صفة التشريق والتغريب والخفاء والظهور | في طلوع الهلال وزيادة ضوء القمر ونقصانه |
| ٢٦ | في صفة زيادة ضوء القمر ونقصانه ورؤيته | في طلوع الكواكب الخمسة من تحت شعاع الشمس |

مقالة سوم از زيچ جامع كوشيار و جوامع علم النجوم فرغانى / ٦٩

| فصول | باب فى الهيمته در زيچ جامع | جوامع علم النجوم |
|------|---|--|
| ٢٧ | فى صفة اختلاف منظر الكواكب القريبه من الأرض | فيما يعرض القمر والكواكب القريبه من الأرض من اختلاف المنظر |
| ٢٨ | فى صفة خسوف القمر | فى كسوف الشمس |
| ٢٩ | فى صفة كسوف الشمس | فى كسوف القمر |
| ٣٠ | فى صفة الزمان ما بين الكسوفين | فى أوقاف مقادير ما بين أوقات الكسوفات |

منابع:

- آرام، احمد. (۱۳۴۶ش). «ترجمه سی فصل فرغانی (کتاب محمد بن کثیر فرغانی در حرکات آسمانی و کلیات نجوم)». معارف اسلامی، شماره ۴. تهران.
- ابن ابی اصیبعه. (۱۲۹۹ق). طبقات الأطباء. به کوشش اگوست مولر. قاهره.
- ابن تغری بردی، یوسف. (۱۳۹۲ق). النجوم الزاهرة فی ملوک مصر والقاهرة. قاهره: وزارة الثقافة والارشاد القومي.
- ابن دایه، احمد بن یوسف. کتاب المکافاة. به کوشش محمود محمد شاکر. بیروت: دار الکتب العلمية.
- ابن رسته. (۱۸۹۲م). الأعلاق النفیسة. لیدن: بریل.
- ابن عبری، غریغوریوس. (۱۸۹۰م). تاریخ مختصر الدول. به کوشش انطون صالحانی. بیروت: دارالمشرق.
- ابن ندیم. (۱۳۵۰ش). الفهرست. به کوشش رضا تجدد. تهران.
- امینی، حسن. (۱۳۸۷ش). الرسالة المعینة: تصحیح و تحقیق. پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تاریخ علم (گرایش نجوم در جهان اسلام). پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران.
- بیرونی، ابوریحان. (۱۹۶۲م). تحدید نهایت الأماكن لتصحیح مسافات المساکن. به کوشش بولگاکوف. قاهره. (تجدید چاپ در الجغرافیا الإسلامية، به کوشش فؤاد سزگین، ج ۲۵، فرانکفورت، ۱۴۱۳ق/۱۹۹۳م).
- _____. (۱۳۶۷ش). التفهیم لأوائل صناعة التنجیم. به کوشش جلال الدین همایی. تهران: مؤسسه نشرهما.
- _____. (۱۸۸۷م). تحقیق ماللهند. به کوشش ادوارد زاخاو. لندن. (تجدید چاپ در الجغرافیا الإسلامية، به کوشش فؤاد سزگین، ج ۱۰۵، فرانکفورت، ۱۴۱۳ق/۱۹۹۳م).
- _____. (۱۹۳۶م). رسالة للبیرونی فی فهرست کتب محمد بن زکریاء الرازی. تصحیح کراوس. پاریس: مطبعة القلم.
- چغمینی، الملخص فی الهيئة، نسخة خطی شماره ۲۸۴۸ مجلس شورای اسلامی.
- خرقی، عبدالجبار. عمده خوارزمشاهی. نسخة خطی شماره ۴۴۶۷ انستیتوی شرق شناسی تاشکند.
- _____. منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک. (نک: همین مآخذ: قلندری).
- خواجه نصیرالدین طوسی، التذکره فی علم الهيئة (نک: مآخذ انگلیسی: Ragep).
- _____. الرسالة المعینة. (نک: همین مآخذ: امینی).
- شهمردان بن ابی الخیر رازی. (۱۳۶۲ش). نزهت نامه علایی. به تصحیح دکتر فرهنگ جهانپور. تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی.

مقاله سوم از زیج جامع کوشیار و جوامع علم النجوم فرغانی/ ۷۱

فرغانی. (۱۶۶۹م). جوامع علم النجوم و اصول الحركات السماوية. چاپ به همراه ترجمه و شرح لاتینی از یاکوب گولیوس. آمستردام. (تجدید چاپ در سری الرياضیات الإسلامية و الفلك الإسلامی. ج ۹. به کوشش فؤاد سزگین. فرانکفورت. ۱۴۱۸ق/۱۹۹۷م).

همان. نسخه خطی شماره 135L کتابخانه دانشگاه پرینستون.
قاضی صاعد اندلسی. (۱۳۷۶ش). التعریف بطبقات الأمم. با مقدمه و تصحیح غلامرضا جمشیدنژاد اول. تهران: مرکز نشر میراث مکتوب.

قطفی. (۱۹۰۳م). تاریخ الحكماء. به کوشش یولیوس لیپرت. لایزیگ.
قلندری، حنیف. (۱۳۹۱ش). بررسی سنت نگارش هیئت در دوران اسلامی به همراه تصحیح، ترجمه، شرح و پژوهش تطبیقی کتاب منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک نوشته بهاءالدین خرقی. رساله برای دریافت درجه دکتری در رشته تاریخ علم دوره اسلامی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی. تهران.

کرامتی، یونس. (۱۳۹۱ش). «جوامع علم النجوم»، فرهنگ آثار ایرانی-اسلامی، ج ۳، تهران: سروش.

کوشیار گیلانی. زیج جامع. نسخه شماره ۷۸۴/۳ کتابخانه نینی جامع استانبول.
کینگ، دیوید. (۱۳۹۴ش). «چشم انداز نجوم دوره اسلامی». ترجمه راضیه سادات موسوی. میراث علمی، سال چهارم (شماره اول). ص ۲۰-۵۴.

گمینی، امیرمحمد. (۱۳۹۵ش). «گستره و تنوع آثار هیئت در تمدن اسلامی». تاریخ علم. شماره ۱۵ (دوره ۱۱، شماره ۲).

مسعودی، شرف الدین. (۱۳۸۲ش). جهان دانش. مقدمه، تحقیق و تصحیح از جلیل اخوان زنجانی. تهران: مرکز نشر میراث مکتوب.

معصومی همدانی، حسین. (۱۳۸۷ش). «ثابت بن قره». دائرةالمعارف بزرگ اسلامی. زیر نظر کاظم موسوی بجنوردی، ج ۱۶. تهران. ص ۷۴-۷۵۶

Abdukhalimov. B. (1999). "Aḥmad al-Farghāni and his Compenium of Astronomy." *Journal of Islamic Studies* 10(2). pp. 142-158

Bagheri, M. (2009). *Books I and IV of Kūshyār ibn Labbān's Jāmi' Zīj*. Frankfurt.

Bagheri, M. & J.P. Hogendijk & M. Yano. (2010-2011). "Kūshyār ibn Labbān Gīlānī's Treatise on the Distances and Sizes of the Celestial Bodies." *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*. Band 19. pp. 77-120.

DeYoung, G. (2007). "Farghanī." *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. Ed. By Thomas Hockey et al. New York: Springer.

- Goldstein, B. R. (1967). "The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypothesis." *Transaction of the American Philosophical Society*. Philadelphia, vol.LVII (part4).
- Kennedey, E.S. (1956). "A Survey of Islamic Astronomical Tables." *Transactions of the American Philosophical Society*. Vol. 46 (2).
- Langermann, Y. T. (1990). *Ibn al-Haytham's On the Configuration of the World*. London: Garland publishing.
- Morelon, R. (1987). *Thābit ibn Qurra: Oeuvres d'Astronomie*. Paris.
- . (1993). "La version arabe du Livre des Hypothèses de Ptolémée." (Première partie), *MIDEO*. Vol.21. pp. 7-85.
- Pingree, D. (1968). "The Fragments of the Works of Ya'qūb ibn Tāriq." *Journal of Near Eastern Studies*. vol.27, pp. 97-125.
- Ptolemy. (1998). *Almagest*. Translated and Annotated by G.J. Toomer. London.
- Ragep, F. J. *Naṣīr al-Dīn al-Tūsī's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fī 'ilm al-hay'a)*, New York, 1993.
- Rosenfeld, B.A. and E. Ihsanoglu. (2003). *Mathematicians, Astronomers, and Other Scholars of Islamic Civilization and their Works (7th-19th c.)*. Istanbul.
- Sabra, A. I. (1976). "al-Farghānī." *Dictionary of Scientific Biography*. Edited by Charles Gillispie. vol.4. New York: Charles Scribner's Sons.
- Sally P. Ragep. (2016). *Jaghmīni's Mulakhkhaṣ*. Springer.
- Suter, H. [J. Vernet.] (1991). "al-Farghānī." *Encyclopedia of Islam* (2nd ed.) Leiden: Brill.