Sophia Perennis
Print ISSN: 2251-8932/Online ISSN:2676-6140
Web Address: Javidankherad.ir
Email: javidankherad@irip.ac.ir
Tel:+982167238208
Attribiution-NonCommercial 4.0 International
(CC BY-NC 4.0)
Open Access Journal

SOPHIA PERENNIS

The Semiannual Journal of Sapiential Wisdom and Philosophy

Vol. 18, Number 2, Autumn and winter 2021-2022, Serial Number 40

The Principle of Simplicity in the Hayʾa Books : A Revision to the Motivations behind the Development of non-Ptolemaic Planetary Models

pp. 151-180
DOI:10.22034/iw.2021.298775.1555

Amir-Mohammad Gamini*

Abstract

Quṭb al-Dīn Shīrāzī in his *Ikhtiyārāt Muẓaffarī* in Hayʾa (theoretical astronomy), believed that according to Ptolemy in the introduction of *Almagest*, any entity that is not necessary for astronomy should be omitted. This principle seems close to the definition of the notion of simplicity and parsimony in philosophy of science. Although several times the "simplicity" is brought up and applied, the phrase "omitting what is not necessary" is not mentioned explicitly in the Almagest. It seems that Isḥāq ibn Ḥunayn or Thābit ibn Qurra added this phrase to the Arabic translation according to their own understanding of the content of the book. The Islamic astronomers mentioned "simplicity" within their discussion of the solar model again and again and believed that a model with fewer orbs is acceptable for the sun, because it is "simpler". Nevertheless the Maragha astronomers' non-Ptolemaic models include more orbs than the number of the orbs in the Ptolemaic models. The non-Ptolemaic models were produced to solve the contradiction between Ptolemaic models and the Aristotelian natural principle of uniform motion. Although there were at least two other Aristotelian natural principles for the celestial motions which were in contrast with Ptolemaic models, Maragha astronomers did not pay attention to these contradictions. It is possible that they felt that supposing more orbs with uniform motion is simpler or more elegant than fewer orbs with non-uniform motion.

*Institute for the History of Science, University of Tehran, Iran. E-mail: amirgamini@ut.ac.ir
Recived date: 07/08/2021 Accepted date: 15/11/2021

Keywords: Quṭ b al-Dī n Shī rā zī , Principle of Simplicity, the Natural philosophical Permissions, non-Ptolemaic Planetary Models, Maragha School, hayʾ a

Quṭ b al-Dī n Shī rā zī in his *Ikhtiyā rā t Muẓ affarī* in Hayʾ a (theoretical astronomy), believed that according to Ptolemy in the introduction of *Almagest*, any entity that is not necessary for astronomy should be omitted. This principle seems close to the definition of the notion of simplicity in philosophy of science. Baker (2016) introduces two kinds of simplicity: These two facets of simplicity are often referred to as *elegance* and *parsimony* respectively. He reserve 'parsimony' specifically for simplicity in the ontological sense. One way to characterize different senses of simplicity is to distinguish a syntactic and an ontological facet of simplicity. While the former pertains to the number and complexity of basic principles (*elegance*), the latter concerns the number and complexity of entities postulated by a theory (*parsimony*). In this sense, the heliocentric model of Copernicus was more parsimonious than geocentric non-Ptolemaic models of Maragha scholars, since it lacked epicycle spheres to explain the retrograde motion of the planets. Although both Copernican and Maragha models included more spheres than Ptolemaic models to solve the difficulties, such as equant problem and the oscillations, Copernican models included less spheres than the Maragha models. Although several times the "simplicity" is brought up and applied, the phrase "omitting what is not necessary" is not mentioned explicitly in the *Almagest*. It seems that Isḥ ā q ibn Ḥunayn or Thā bit ibn Qurra added this phrase to the Arabic translation according to their own understanding of the content of the book. The Islamic astronomers, following Ptolemy, mentioned "simplicity" within their discussion of the solar model again and again and believed that a model with fewer orbs is acceptable for the sun, because it is "simpler". Ptolemy writes: "Now let no one, considering the complicated nature of our devices, judge such hypotheses to be over-elaborated. For it is not appropriate to compare human [constructions] with divine, nor to form one's beliefs about such great things on the basis of very dissimilar analogies. For what [could one compare] more dissimilar than the eternal and unchanging with the ever-changing, or that which can be hindered by anything with that which cannot be hindered even by itself? Rather, one should try, as far as possible, to fit the simpler hypotheses to the heavenly motions, but if this does not succeed, [one should apply hypotheses] which do fit" (p. 600). Nevertheless the Maragha astronomers' non-Ptolemaic models include more orbs than the number of the orbs in the Ptolemaic models. The non-Ptolemaic models were produced to solve the contradiction between Ptolemaic models and the Aristotelian natural principle of uniform motion. Although there were at least two other Aristotelian natural principles for the celestial motions which were in contrast with Ptolemaic models, Maragha astronomers did not pay attention to these contradictions. It is possible that they felt that supposing more orbs with uniform motion is simpler or more elegant than fewer orbs with non-uniform motion. During the second half of the 20th century, some scholars produced several studies surveying a scientific school of astronomy in Islamic lands which flourished around 13th century and aimed at producing

"non-Ptolemaic planetary models". Since the leading figures of this movement, Mu'ayyad al-Dī n al-'Urḍ ī (1200-1266), Naṣ ī r al-Dī n Ṭ ū sī (1201-1274) and Quṭ b al-Dī n al-Shī rā zī (1236-1311) passed a period of their life in the Marā gha observatory which was built in the court of the Ilkhanid dynasty in the northwest of today Iran, in modern literature it is referred to as the "Marā gha School". One may classify the difficulties of the Ptolemaic planetary models under two titles: (1) the equant problem, i.e., the non-uniform motion of the deferents in longitude due to the uniform circular motion of the epicycle center C relative to the equant point E rather than the deferent center D; and (2) the oscillation problem, i.e., the back and forth spinning of the epicycles and the deferents in latitude or longitude. As Ibn al-Haytham (965-1040) emphasized in his *Al-Shukū k 'alā Baṭ lamī yū s*, these difficulties do not emerge from the observational or numerical aspects of the models, but from their physical interpretation. Since, as Ibn al-Haytham and his followers believe, these models represent the real configuration of the physical celestial spheres, they have to obey the natural principles governing the movement of celestial bodies.

References

- Ibn al-Haytham. *Al-Shukuk ala Batlamiyus*. Abdulhamid Sabra (ed.). Cairo: Dar Misriyya (1971).
- Aristotle. *Aristotle: On the Heavens*. With an English translation by W. K. C. Guthrie. Pp. xxxvi+378. (Loeb Classical Library.) London: Heinemann, 1939.
- Baker, A. (2016). "Simplicity", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.).
- Gamini, A. (2017). "Qutb al-Dī n al-Shī rā zī and the development of non-Ptolemaic Planetary Modelling in the 13th Century", *Arabic Sciences and Philosophy*, 27(02), pp. 165-203.
- Goldstein, Bernard R (1967), 'The Arabic version of Ptolemy's Planetary hypotheses', *Transactions of the American Philosophical Society,* 57 (4), 3-55.
- Hartner (1991), 'Falak', in B. Lewis, Ch. Pellat, and J. Schacht (eds.), *Encyclopedia of Islam* (2; Leiden: Brill), 261-63.
- Heiberg, J. L. (ed.), (1898). *Claudii Ptolemaei opera quae exstant omnia: Volumen I. Syntaxis Mathematica*, (Pars I. Libros I.–VI; Leipzig)
- Ibn al-Haytham (1990). *Ibn al-Haytham's On the Configuration of the World*, Eds. Langermann, Tzvi. Garland: New York.
- Langermann, Tzvi (1990), *Ibn al-Haytham's On the Configuration of the World* (New York: Garland).
- Langermann, Y.T. (1997) "Arabic Cosmology", *Early Science and Medicine*, Vol.2, No.2, pp. 185-213.
- Morelon, Régis (1996), 'Eastern Arabic Astronomy between the Eighth and the Eleventh Centuries', in Rushdi Rashed (ed.), *Encyclopedia of the History of Arabic Science* (1; New York: Routledge).

- Morrison, Robert (2005), 'Quṭ b al-Dī n al-Shī rā zī 's Hypotheses for Celestial Motions', *Journal for the History of Arabic Science*, XIII, 21-140.
- Ragep, Jamil (ed.). (1993), *Nasī r al-Dī n al-Ṭ ū sī 's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fī 'ilm al-hay'a)* (Volume 1: Introduction, Edition, and Translation. Volume 2: Commentary and Apparatus; New York: Springer).
- Rashed, Roshdi (1993), *Les Mathématiques infinitésimales du IX e au XI e Siècle* (London).
- Rezvani, Pouyan. 'Ptolemy, al-Majisṭ ī (tr. Isḥ ā q b. Ḥunayn/Thā bit b. Qurra), transcribed from MS Tunis, Dā r al-kutub al-waṭ aniyya, 7116', Ptolemaeus Arabus et Latinus, URL = http://ptolemaeus.badw.de /ms/669/971/transcription/1
- Sabra, Abdelhamid (1978), 'An Eleventh-Century Refutation of Ptolemy's Planetary Theory', *Studia Copernicana*, 16, 117-31.
- Saliba, G. (1996), 'Arabic planetary theories after the eleventh century AD', in Roshdi Rashed (ed.), *Encyclopedia of the History of Arabic Science* (1; London: Routledge), 59-128.
- Saliba, G. (ed.), (1990), *The Astronomical Work of Mu'ayyad al-Dī n al-ʿ Urḍ ī : A Thirteenth-Century Reform of Ptolemaic Astronomy. Kitā b al-Haya'ah* (Beirut: Center for Arab Unity Studies).
- Toomer (ed.), (1984), *Ptolemy's Almagest* (New York: Springer-Verlag).

این مقاله دارای درجه
علمی-پژوهشی است

مجله علمی جاویدان‌خرد، شماره ۴۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۱۵۱- ۱۸۰

اصل سادگی در آثار هیئت و نگاهی دوباره به انگیزه‌های ایجاد مدل‌های غیربطلمیوسی

امیرمحمد گمینی*

چکیده

در بعضی آثار هیئت دوران اسلامی ادعا شده بطلمیوس در مقدمهٔ *مجسطی* مقرر کرده که هر هویتی را که نیازی به آن نباشد باید حذف کرد. این اصل با بعضی تعاریف مفهوم سادگی و صرفه‌جویی در فلسفهٔ علم نزدیک است. هر چند بطلمیوس در مجسطی گاهی صراحتاً «سادگی» را به عنوان معیاری در انتخاب مدل‌های سیاره‌ای به کار برده، ولی عبارت «حذف آنچه به آن نیاز نیست» صراحتا در *مجسطی* نیامده است. ظاهرا اسحاق بن حنین یا ثابت بن قره بر اساس برداشت خود از عبارات *مجسطی* چنین مطلبی در ترجمهٔ عربی آن افزوده اند. بطلمیوس و هیئت‌دانان جهان اسلام در ضمن بحث هیئت افلاک خورشید بارها به این اصل اشاره کرده اند و معتقد بودند که هر چه تعداد افلاک در مدل خورشید کمتر باشد قابل‌قبول‌تر است. اما مدل‌های غیربطلمیوسی که منجمان مراغه، از جمله شیرازی، در آثار هیئت خود عرضه کرده اند دارای افلاک بیشتری نسبت به مدل‌های بطلمیوسی بودند. مدل‌های غیربطلمیوسی به خاطر حل تناقضات مدلهای بطلمیوسی با اصل حرکت یکنواخت افلاک در فلسفهٔ طبیعی ارسطو مطرح شده بودند. با اینکه در فلسفهٔ طبیعی ارسطو اصول دیگری نیز برای حرکات افلاک وجود

* پژوهشکدهٔ تاریخ علم دانشگاه تهران، amirgamini@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۲۴

داشـــت که با هیئت بطلمیوس تعارض داشـــت، منجمان مکتب مراغه این تعارضها را مهم نمی دانستند و اشکالی از این جهت به مدلهای بطلمیوسی نمی‌گرفتند. شـاید علت این رفتار دوگانه این بود که فرض افلاک بیشـتر با سـرعت یکنواخت سـاده‌تر یا ظریف‌تر از فرض افلاک کمتر با سـرعت نایکنواخت حس می‌شد.

کلیدواژه‌ها: اصل سادگی، مقدمات طبیعی، مدل‌های غیربطلمیوسی، مکتب مراغه، تیغ اوکام، قطب‌الدین شیرازی، علم هیئت

«حذفِ آنچه به آن نیاز نیست»

در دوران اسلامی رشته‌های مختلف علم نجوم مثل زیج‌ها یا تعیین جهت قبله و تعیین اوقات شرعی، دارای آثار اجتماعی و کاربردی بسیار، مثل گاهشماری، احکام نجوم، یا احکام شرعی، بود. ولی علم هیئت عملاً هیچ فایدهٔ کاربردی نداشت، جز معرفت نظری دربارهٔ شکل هندسی عالم بزرگ‌مقیاس. به همین دلیل بعضی نویسندگان آثار هیئت بر خود لازم می‌دیدند فوایدی نظری و حتی عملی برای علم هیئت برشمارند. فهرستی که قطب‌الدین شـیرازی (۶۳۴-۷۱۰ ق) در دو کتاب *نهایة الإدراک فی درایة الافلاک* (گ۲پ) و *اختیارات مظفری* [۱۲][1] برای فواید علم هیئت ارائه می‌دهد جالب توجه است:

۱. مطالعهٔ علم هیئت به دلیل تصور امور مجرد از ماده در این علم، برای خداشناسی مفید است.
۲. فایدهٔ دیگر علم هیئت آن است که نتایج فلسفهٔ طبیعی (= طبیعیات یا علوم طبیعی) را به کار می‌برد. طبق فلسفهٔ طبیعیِ ارسطوییِ رایج در عصر شیرازی، حرکت طبیعی هر جسمی یا به سمت مرکز عالم است (به وسط)، یا به سمت محیط عالم (از وسط)، و یا به دور مرکز عالم (بر وسط). علم هیئت می‌تواند نشان دهد که این لزوم فلسفهٔ طبیعی چگونه می‌تواند حرکات اجسام آسمانی را توضیح دهد. این فایده را شاید بتوان از دیدگاه هماهنگی بین علوم دید. یعنی علم هیئت با طبیعیات ارتباط دارد و موجوداتی را که در طبیعیات وجودشان اثبات می‌شود، مثل افلاک و حرکات چرخشی آنها، را به کار می‌گیرد و نقش آنها را در عالم نشان می‌دهد. بنابراین کاربرد طبیعیات در علم هیئت در حکم مقدمات این علم است. در ادامه خواهیم دید، که سنت علمی منجمان دوران اسلامی در واقع کاملا مطابق با این رویه نبود، بلکه گاهی مقدمات طبیعی را طوری می چیدند که با نیازهای علمی آنها سازگار باشد.

۳. فایدهٔ دیگری که شیرازی برای علم هیئت برمی‌شمرد آن است که مطالعهٔ این علم فوایدی نیز برای اخلاق انسان دارد. او، به تبعیت از بطلمیوس در مقدمهٔ *مجسطی*، می‌نویسد تحقیق دربارهٔ افلاک می‌تواند باعث شباهت به آنها شود و در نتیجه انسان دارای ثبات حال، حسن تربیت، اعتدال و استغنای روحی، یا به زبان خودش، «خلو از ما لایُحتاج» می‌شود.

اما منظور از این مورد آخر که از ویژگی‌های افلاک برشمرده شده چیست؟ شیرازی در آثارش چند بار دیگر نیز با عبارت «فضلی که محتاج الیه نیست» به این مفهوم اشاره کرده است. مثلاً در بخش «مقدمات طبیعی» می‌نویسد برای حرکت چند ستاره که حرکت یک‌سانی داشته باشند، نیازی نیست برای هر کدام فلکی مجزا در نظر بگیریم، بلکه برای همهٔ آنها یک فلک کافی است زیرا

> بنا بر سخن استاد صناعت که در صدر کتاب خویش گفته است که در فلکیات فضلی که محتاج الیه نیست، نباشد. و از اینجا است که گفت معین است در علم خُلقی چه باعث می‌شود بر ترک فضول (*اختیارات*، [۳۷]).

بنابراین به عقیدهٔ شیرازی، می‌توان برای هر کدام از ستارگانِ ثابت یک فلک مجزا در نظر گرفت که آن‌ها را به دور مرکز عالم بگردانند، ولی چون سرعت چرخش همهٔ این ستارگان با هم برابر است، می‌توان یک فلک فرض کرد و همهٔ آن ستارگان را داخل پوستهٔ آن دانست [۹۱]. این اصل روش‌شناختی یادآور مفهومی است که در علم امروز آن را اصل سادگی می‌نامند.

علم هیئت و اصل «سادگی»

امروزه فلاسفه و مورخان علم، در بعضی آثار خود، از اصلی در روش علمی نام می‌برند به نام «سادگی»[۲]. این اصل از اساسی‌ترین معیارهای غیرتجربی برای انتخاب بین نظریاتی است که دچار تعیّن ناقص[۳] یا تکافؤ ادله هستند. فلاسفهٔ علم معمولاً سادگی را از اولین معیارهایی می‌دانند که دانشمندان برای انتخاب بین نظریات‌شان به آن‌ها رو می‌آورند.[۴] این اصل را معمولاً به دو صورت تعریف کرده اند: ۱. ظرافت[۵]: هر چه تعداد و پیچیدگی اصول مفروض در نظریه کمتر باشد؛ ۲. صرفه‌جویی[۶]: هر چه تعداد و پیچیدگی هویات مفروض در نظریه کمتر باشد؛ که خودش به دو نوع صرفه‌جوییِ کیفی و کمی تقسیم می‌شود: صرفه‌جویی کمّی یعنی هر چه تعداد هویات مفروض کمتر باشد، ولی صرفه‌جویی کیفی یعنی هر چه تعداد *انواع* هویات مفروض کمتر باشد (Baker 2016). با این حساب مثلاً نظریهٔ خورشیدمرکزی کپرنیک صرفه‌جویانه‌تر از نظریه‌های

زمین‌مرکزی منجمان مراغه بود، زیرا دیگر نیازی به هویتی به نام «فلک تدویر» برای تبیین حرکت بازگشتی سیارات نداشت. هر چند هم مدل‌های غیربطلمیوسیِ منجمان مراغه و هم مدل‌های کپرنیک برای حل اشکالات مدل‌های بطلمیوسی نیاز به افلاکی بیشتر از افلاک بطلمیوسی داشتند، ولی مدل‌های کپرنیک باز تعداد افلاک کمتری داشت، چون افلاک تدویر را حذف کرده بود و به جای آن فقط به حرکت زمین به دور خورشید قائل شده بود. نظام کپرنیکی می‌توانست توضیح دهد که چرا افلاک تدویر سیارات خارجی و افلاک حامل سیارات داخلی، در مدل‌های زمین مرکزِ بطلمیوسی و غیربطلمیوسی مکتب مراغه، دارای حرکت یکسان هستند. ولی همین نظامِ تا پیش از عرضهٔ قوانین حرکت و گرانش نیوتن، از ظرافت کمتری برخوردار بود، زیرا کپرنیک مجبور بود اصولی را فرض کند که بنا بر آنها، اجزای سیارات تمایل به مرکز آنها دارند و هوا می‌تواند اجسام اطراف زمین مثل ابرها و پرندگان و ابرها را، که از آن جدا هستند، همراه آن حرکت دهد، ولی بطلمیوس نیازی به فرض این اصول نظری نداشت. مثال دیگر در قرن نوزدهم پیش آمد که بی‌نظمی‌هایی خلافِ قوانین نیوتن در مدار اورانوس رصد شد. دانشمندان صرفه‌جویی کمّی را کنار گذاشتند و ترجیح دادند فرض کنند سیارهٔ دیگری بعد از اورانوس دور خورشید می‌گردد و روی آن تأثیرات گرانشی می‌گذارد، به جای اینکه اصول جدیدی به قوانین نیوتن بیافزایند (ظرافت)، یا نوع جدیدی از سیاره را فرض کنند که از قوانین نیوتن تبعیت نمی‌کند (صرفه‌جویی کیفی).

با این اوصاف می‌توان منظور شیرازی را از «خلو از ما لایُحتاج» صرفه‌جویی در تعداد افلاک دانست. او آن چه را در تبیین حرکات آسمانی نیاز نیست، «فضل مالایُحتاج» می‌خواند؛ هویتی اضافی که باید از آن اجتناب کرد. او در چند جای دیگر در *اختیارات* باز به این مفهوم اشاره می‌کند [۹۱ و ۲۶۶] و به مقدمهٔ *مجسطی* ارجاع می‌دهد، و در دو مورد ([۳ و ۳۷]) این مفهوم را به فضائل اخلاقی ربط می‌دهد. بطلمیوس در مقدمهٔ *مجسطی* دربارهٔ فواید علم نجوم مرتبط با فضائل معنوی چیزهایی نوشته است. صریح‌ترین عبارات او در این زمینه چنین است:

> از منظر طریقهٔ فضیلت‌مندی در اعمال و شخصیت، این علم، بیش از هر چیز، منجر به وضوح دید انسان می‌شود؛ به واسطهٔ ثبات، نظم، تقارن و آرامش که با امور الهی همراه است، پیروانش را به عاشقانِ زیبایی الوهی مبدل می‌سازد، تا به آن خو می‌گیرند و ذات‌شان به صورت روحانی مشابهی تهذیب می‌شود (*Almagest*: 37).

در ترجمهٔ حجاج از همین بند نیز چنین می‌خوانیم:

> ... وایضا فی الأفعال ومحاسن الأخلاق المحمودة فلیس شیء أکثر منه عوناً لتحدیده أبصارنا وأفکارنا للنظر فیما یشبه الإلهیّة[۷] من حسن التقدیر والتعدیل وقلة الکبر ولأنه یجعل من تبعه متعشقاً لهذا الجمال السماوی ویدعوا بالعادة الإلهیة[۸] والاتصال بها إلی ما یشبه النفس من حسن الهیئة والتشبه بتقدیرها (*مجسطی*، ترجمهٔ حجاج، گ۳ر).

در این دو ترجمه از این بند صراحتاً نمی‌توان اشاره‌ای به مفهوم اجتناب از «فضل مالایحتاج» یافت. اما ترجمهٔ اسحاق بن حنین با تصحیح ثابت بن قره، چنین است:

> وقد یدعونا أیضاً علم الأجرام السماویّة إلی الفضیلة فی العقل والخلق أکثر من جمیع العلوم لما نری فی الأجسام السماویّة من ثبات الحال وحسن الترتیب والاعتدال -وأنّه لیس فی شیء من أمرها فضل ولا ما لایحتاج إلیه- وتدعونا معرفة هذا الجنس[۹] إلی العشق له وتکتسب النفس بذلک عادة وطبیعة لما یشبه هذه الحال. (*مجسطی*، ترجمهٔ اسحاق؛ Rezvani, '…MS Tunis': 2r).

در این بند، عبارت «وأنّه لیس فی شیء من أمرها فضل ولا ما لایحتاج إلیه» به عنوان توضیحی برای «ثبات الحال وحسن الترتیب والاعتدال» آمده است. به نظر می‌رسد اسحاق یا ثابت این معنا را به ترجمهٔ این بند از مقدمهٔ *مجسطی* افزوده اند و از خودِ بطلمیوس نیست. شیرازی نیز این عبارت را در آن ترجمه خوانده و معتقد شده که اینَ اصلی روش‌شناختی در علم هیئت، و در عین حال، در حکم درسی اخلاقی است؛ یعنی همان طور که افلاک، به واسطهٔ ماهیت الهی‌شان، دارای ثبات حال و حسن ترتیب و اعتدال هستند، با مطالعه دربارهٔ آنها انسان دارای اعتدال خُلق می‌َشود و از مذمومات اخلاقی (یا تلاش برای دانستن چیزهایی که به او مربوط نیست) مهذّب می‌گردد. ما با این جنبهٔ اخلاقی‌اش کاری نداریم و می‌پردازیم به جنبهٔ روش شناختی آن و ارتباطش با اصل سادگی.

نباید مفهوم سادگی را صرفاً افزودهٔ سرخود ا سحاق یا ثابت دان ست، بلکه ا شارهٔ صریح به این مفهوم در جاهای دیگر *مجسطیِ* بطلمیوس هم پیدا می‌شود. در مقالهٔ سیزدهم مجسطی پس از آن که مدل‌های حرکت در عرض را معرفی و اثبات می‌کند چنین می‌نویسد:

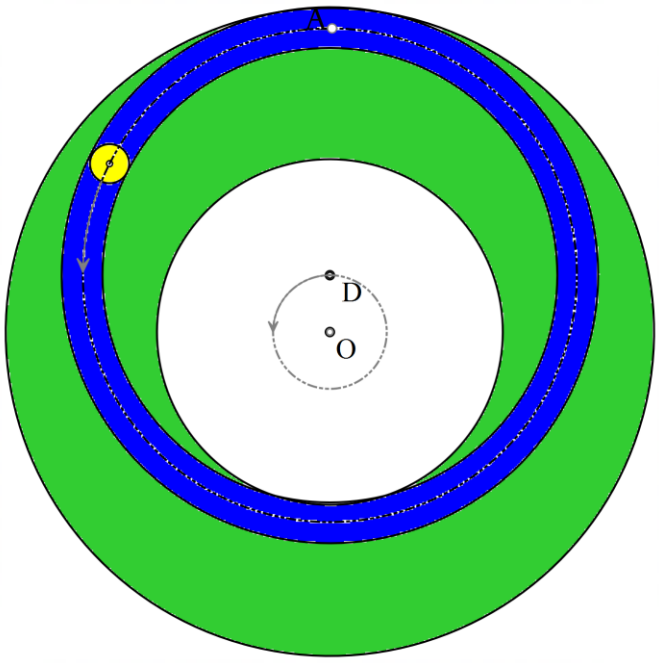
> اکنون هیچ کس نباید دربارهٔ طبیعت پیچیدهٔ تمهیدات[۱۰] ما چنین قضاوت کند که چنین فرضیه‌هایی بیش از حد دارای جزئیات هستند. زیرا نباید مصنوعات بشری

> را با مصنوعات الهی مقایسه کرد و نباید اعتقاد خود را بر اساس چنین قیاس مع‌الفارقی مبتنی ساخت. چرا که کدام دو چیز را می‌توان با هم مقایسه کرد بی‌شباهت‌تر از موجودات جاودانه و بدون تغییر با موجودات تغییرپذیر؟ ترجیحاً باید تلاش کرد تا جایی که ممکن است فرضیه‌های ساده‌تر را با حرکات سماوی انطباق داد، ولی اگر این روش موفق نبود، باید فرضیه‌هایی را انتخاب کرد که منطبق با آن‌ها باشند (*Almagest*: 600).

ارجاع بطلمیوس در این قسمت به اصل سادگی به خاطر پیچیدگی زیاد مدل‌های او برای حرکت سیارات در عرض دایرةالبروجی است. اما در جایی دیگر از *مجسطی* که با مدل‌هایی نه‌چندان پیچیده سروکار دارد نیز صراحتاً به این اصل ارجاع می‌دهد. می‌دانیم که در علوم تجربی، معیارِ اصلیِ انتخاب نظریهٔ درست هماهنگی کمی یا کیفی آنها با مشاهدات و با مقدمات پذیرفته شده است. اما اگر چند نظریهٔ متفاوت پیدا شوند که هر یک به تنهایی بتواند مشاهدات را توضیح دهند و با مقدمات هماهنگ باشند، نمی‌توان به راحتی یکی را از آن میان انتخاب کرد و اصل سادگی معمولاً می‌تواند در انتخاب بین آنها کمک کند. هارتنر و شرام نشان داده‌اند که نویسندهٔ رسالهٔ *فی سنة الشمس بالارصاد* با رصد خورشید موقعیت نقطهٔ اوج‌ش را به دست آورد و متوجه شد این مقدار به خوبی به تأثیر حاصل از تقدیم اعتدالین -که ثابت بن قره آن‌را برابر با ۱ درجه در ۶۶ سال به‌دست آورده بود- نزدیک است. نویسنده[11] نتیجه گرفت اگر مقدار حرکت نقطهٔ اوج به مقدار حرکت تقدیمی بسیار نزدیک است، لابد با آن مساوی است (و عاملی مشترک هر دوی آنها را ایجاد می‌کند). هارنتر و شرام معتقدند نویسنده در این نتیجه‌گیری به اصل «تیغ اوکام» متوسل شده است (Hartner and Schramm 1961: 209). طبق این اصل روش‌شناختی، تبیین ساده‌تر را باید انتخاب کرد (Duignan 2021). مثال واضح‌تر از کاربرد اصل سادگی دربارهٔ مدل افلاک خورشید نیز پیش آمده بود، چرا که دو مدل «تدویروحامل» و «خارج‌مرکز» هر دو تغییرات سرعت خورشید را از لحاظ رصدی توضیح می‌دادند، ولی از لحاظ هندسی و فیزیکی با هم متفاوت بودند. بطلمیوس مدل خارج مرکز را، به دلیل «ساده‌تر»[12] بودن، برگزید (Ptolemy, *Almagest*: 153). او در *الاقتصاص* نیز مدل خارج مرکز را برای خورشید انتخاب کرده است (*الاقتصاص*: ۴۸).

شیرازی نیز در این موضع دو بار از لفظ «ابسط» برای اشاره به همین مبحث استفاده کرد و افزود: تفاوت این دو مدل در دو چیز است (*اختیارات*، [۲۵۵ و ۲۹۵]): ۱. مدل

خارج مرکز یک حرکت دارد ولی مدل تدویروحامل دو حرکت؛ ۲. مدل تدویروحامل هم، مثل مدل خارج مرکز، مستلزم مداری خارج مرکز برای خورشید است، بنابراین نتیجهٔ مدل تدویر هم یک خارج مرکز ا ست. پس بهتر آن ا ست که از همان مدل خارج مرکز که اولویت دارد استفاده کنیم. بنابراین می‌توان گفت شیرازی مدل خارج‌مرکز را دارای ظرافت بیشتری می‌دانست، زیرا طبق اصل ظرافت، تعداد حرکات کمتر یعنی مفروضات و اصول اولیهٔ کمتر. اما وقتی آن مدل را به صورت فیزیکی دربیاوریم، مشکل متفاوتی پیش می‌آید. از آنجا که نقطهٔ اوج فلک خورشید دارای حرکتی است، نیاز به فلکی دیگر به نام ممثل خواهد بود که فلک خارج‌مرکز را به آهستگی به دور مرکز عالم حرکت دهد. فلک خارج‌مرکز داخل فلک ممثل قرار می‌گیرد و آنرا به دو تکهٔ هلالیِ نعل‌اسبی تقسیم می‌کند. همانطور که در شکل ۱ مقاطع این دو فلک دیده می‌شود، فلک حامل به مرکز D فلک خارج‌مرکز به مرکز O را به دو قسمت هلالی تقسیم کرده است. این دوقسمت را «متمم‌های» فلک می‌نامند. قسمت هلالی بیرونی را «متمم حاوی» و قسمت درونی را «متمم محوی» می‌گفتند. فلک خارج‌مرکز به دور نقطهٔ D می‌گردد و خورشید را می‌گرداند، و فلک ممثل به دور نقطهٔ O می‌گردد و مرکز D و نقطهٔ اوج A را به دور O می‌گرداند.



شکل ۱

در این صورت مدل خارج‌مرکز از سه جسم تشکیل خواهد شد: فلک خارج‌مرکز، متمم حاویِ ممثل، و متمم محوی ممثل. ولی مدل تدویر از دو جسم ساخته شده: فلک حامل و فلکِ تدویر. در نتیجه قبول مدل خارج‌مرکز صرفه‌جویانه نیست. ولی به عقیدهٔ شیرازی این باعث نمی‌شود که مدل تدویری ساده‌تر (ابسط) باشد، زیرا در اینجا بحث دربارهٔ دوایر است نه افلاک مجسم (*اختیارات*، [۲۹۵]). بنابراین به نظر می‌رسد در این موضع ظرافت برای شیرازی اهمیت بیشتری دارد تا صرفه‌جویی کمّی.

بیشتر نویسندگان آثار هیئت قبل و بعد از شیرازی، از جمله عبدالجبار خرقی در *منتهی الإدراک*، به تبعیت از بطلمیوس مدل خارج مرکز را برای خورشید مناسب‌تر دانسته‌اند.[۱۳] اما شیرازی در *نهایه* گزارش می‌کند صاحب *العمدة الخوارزمشاهیة* مدل تدویری را ارجح دانسته است (*نهایه*: گ۴۲ر). کتابی به این نام در فهرست‌های نسخ خطی نیست و می‌توان احتمال داد منظور شیرازی کتاب *عمدهٔ خوارزمشاهیهٔ* عبدالجبار خرقی باشد، که از جمله آثار جامع هیئت به زبان فارسی بود.[۱۴] اما خرقی در فصل خورشیدِ این کتاب هر دو مدل خارج مرکز و تدویر را برای خورشید معرفی می‌کند و سخنی از اینکه مدل دوم را انتخاب کرده باشد به میان نمی‌آورد. تنها می‌نویسد:

> پس اختلافی که شمس را می‌افتد در حرکت از این دو جهت می‌افتد و بطلمیوس آن جهت پیشین اختیار می‌کند [یعنی خارج‌مرکز] نه آن‌که ضرورتی بدان ادا می‌کند، لکن از جهت آن‌که در آن جهت یک حرکت بیش نمی‌افتد و در این جهت [یعنی تدویروحامل] دو حرکت است (*عمده*: گ۲۱ر).[۱۵]

در واقع خرقی همان حرف بطلمیوس و قطب‌الدین را گفته و به نظر نمی‌رسد مدل تدویری را انتخاب کرده باشد. اما از میان هیئت‌دانان بوده‌اند کسانی که مدل تدویر و حامل را برای خورشید بر مدل خارج مرکز برتر دانسته اند. صدرالشریعة از هیئت‌دانان پس از شیرازی است (Morrison 2005: 73) که در کتابش معتقد شده چون مدل خارج مرکز به دلیل نیاز به فلک ممثل در واقع از سه جسم تشکیل شده، اگر بخواهیم مدل ساده‌تری برای افلاک مجسم در نظر بگیریم، مدل تدویر و حامل برای خورشید ساده‌تر است، مگر این که بخواهیم مدل مجرد غیرمجسم انتخاب کنیم که در آن صورت مدل خارج مرکز ساده‌تر است (صدرالشریعة، *تعدیل الهیئة*: ۶۶). بنابراین به نظر می‌رسد صدرالشریعه در اینجا صرفه‌جویی کمّی را بر ظرافت ترجیح داده است.

اصل سادگی و مدل‌های غیربطلمیوسی

اصل سادگی در آثار هیئت در رابطه با مدل‌های غیربطلمیوسی نیز می‌تواند محل بحث باشد. زیرا به نظر می‌رسد فزونی تعداد افلاک در مدل‌های غیربطلمیوسی نسبت به مدل‌های بطلمیوسی با اصل صرفه‌جویی تعارض دارد. هیئت‌دانان مکتب مراغه، برای حل تعارضات مدل‌های بطلمیوسی با طبیعیات ارسطویی، معمولا ناچار از فرض مدل‌های جدید و افلاک اضافه‌ای بودند که در مدل‌های بطلمیوسی دیده نمی‌شد. ولی ظاهرا می‌دانستند هر چه تعداد افلاک اضافه شده برای حل اشکالات مدل‌های بطلمیوسی کمتر باشد، بهتر است. مثلاً قطب‌الدین شیرازی مدل‌های غیربطلمیوسی پیش از خود را به دلیل استفاده از افلاک متعدد نقد کرده است (Gamini 2017, p. 173). به عقیدهٔ او تعداد افلاک در مدل نصیرالدین طوسی برای ماه زیاد است و مدلی با افلاک کمتر، مثل مدل خودش برای ماه، از مدل طوسی «خوب‌تر» است (*اختیارات*، [۳۵۴]). اما شیرازی خودش در بعضی مدل‌هایش، مثل مدل عطارد، افلاک بسیاری افزوده است (Gamini 2017). می‌توان پرسید آیا عرضهٔ مدل‌های غیربطلمیوسی نوعی دوری از اصل سادگی نبود؟ چرا باید این منجمان صرفاً برای حفظ طبیعیات ارسطویی اصل سادگی را کنار می‌گذاشتند و این همه فلک به مدل‌های خود می‌افزودند؟[۱۶]

ادعای این مقاله آن است که نه تنها نمی‌توان به راحتی گفت این نظریه‌پردازان از اصل سادگی دور شده بودند، بلکه در واقع جنبهٔ دیگری از اصل سادگی ایجاب می‌کرد بعضی از اصول طبیعی ارسطویی را اساس مدل‌پردازی فیزیکی خود بدانند. درست است که افزودن این فلک‌ها به منظور هماهنگ ساختن مدل‌های نجومی با فلسفهٔ طبیعی ارسطو به وجود آمده بود ولی اصول طبیعی دیگری نیز در فلسفهٔ ارسطویی بود که این منجمان آنها را کنار گذاشته بودند. در واقع سؤال این است که چرا از میان اصول طبیعی فلسفهٔ ارسطویی، بعضی را کنار گذاشتند و برای حفظ بعضی حتی مدل‌های سیاره‌ای را تغییر دادند.

بررسی دوبارهٔ انگیزه‌های عرضهٔ مدل‌های غیربطلمیوسی

ابتدا بپردازیم به آن اصول فلسفهٔ طبیعی ارسطویی که پس از او کنار گذاشته شدند. طبق طبیعیات ارسطویی، فلک جسمی است (۱) کروی که (۲) مرکز عالم در مرکز آن قرار دارد و (۳) با سرعت یکنواخت به دور آن می‌گردد و (۴) هیچ گونه نایکنواختی و نوسان در حرکت آن راه ندارد. بیشتر فلاسفه و منجمان پس از ارسطو، به جز بعضی فلاسفهٔ

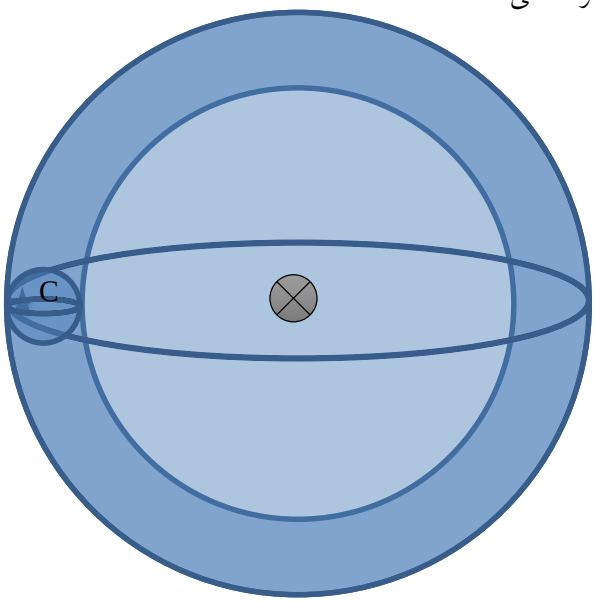
اندلسی چون ابن رشد و بطروجی، این اصول طبیعی را کنار گذاشتند. از جمله منجمان مراغه به تبعیت از تعبیر فیزیکی ابن‌هیثم در کتاب *فی هیئة العالم*، قائل به وجود فیزیکی افلاکی بودند که به دور مرکز عالم نمی‌گشتند و یا افلاکی که از دو تکهٔ غیرکروی ساخته شده بودند. علاوه بر این، افلاک نزد ارسطو باید با سرعت یکنواخت نسبت به مرکز خود بگردند. بطلمیوس با عرضهٔ افلاک خارج مرکز و تدویر و همچنین مفهوم نقطهٔ معدل المسیر تمام ۴ اصل بالا را شکسته بود. اما نویسندگان آثار هیئت در جهان اسلام اصول ۳ و ۴ را کنار نگذاشتند و بر حرکت یکنواخت افلاک پای فشردند و برای حفظ آن مدل‌های جدیدی جایگزین مدل‌های بطلمیوس کردند.

ادعای این مقاله آن است که شاید بتوان دلیل این تفاوت رویه را چنین تبیین کرد که از منظر نجومی، سادگیِ مفهوم فلک در همین بود که جسمی باشد در کلیت خود کروی با سرعت یکنواخت به دور خود، در حالی که فلکی با سرعت نایکنواخت موجودی نه چندان ساده به نظر می‌رسید. بنابراین فلکی با سرعت یکنواخت ساده‌تر از فلکی با سرعت نایکنواخت است. طبق اصل ظرافت -که در بالا معرفی شد- هر چه پیچیدگی اصول کمتر باشد، نظریه ساده‌تر خواهد بود. بنابراین لازم بود حرکت نایکنواخت افلاک بطلمیوسی به تعدادی حرک ساده با سرعت یکنواخت فروکاسته شوند. ولی آیا اصل سادگی به این معنا در زمان هیئت‌دانان مراغه وجود داشت؟ آیا اگر گمان کنیم پذیرش مفهوم ارسطویی فلک به دلیل سادگی آن بود، به نوعی زمان‌پریشی دچار نشده‌ایم؟ بنابراین باید نشان دهیم منجمان مراغه بین سادگی افلاک و حرکت یکنواخت آنها پیوندی می‌دیدند و به همین دلیل یکنواختی را برای افلاک حفظ کردند ولی دیگر اصول ارسطویی درباره افلاک را، مثل پیشینیان خود، رها کردند. برای اینکه به رابطهٔ پیچیدهٔ فلسفهٔ طبیعی ارسطویی و علم هیئت در دوران اسلامی پی ببریم، لازم است بیشتر با مقدمات طبیعیِ هیئت آشنا شویم و آنگاه ببینیم مفهوم سادگی با چه معنایی در این رابطه وارد می‌شود. نخست از مفهوم طبیعی فلک در آثار هیئت آغاز می‌کنیم.

فلک

فلک در طبیعیاتِ مذکور در آثار هیئت، جسمی دانسته می‌شَد کروی که یا توپر بود یا توخالی با ضخامتی مشخص. اما کلمهٔ «فلک» در کتب نجومی دورهٔ اسلامی، به ویژه پیش از قرن ششم و هفتم، به دو معنای دایره، مدار و کرهٔ متحرک هم به کار می‌رفت. اما در

کتب هیئت استاندارد معمولا به معنای موجودی فیزیکی–هندسی که در کلیت خود کروی است، در نظر گرفته می‌شد.[۱۷]



شکل ۲

در مدل‌های بطلمیوسی دو نوع فلک در ساخت هیئت عالم نقش داشتند: افلاک شامل زمین و افلاک غیر شامل زمین. «فلک شامل» فلکی است که زمین درون آن است، یعنی در مرکز یا نزدیکی مرکزش، و «فلک غیر شامل» فلکی است که زمین درون آن نیست، مثل فلک تدویر که در شکل ۲ با حرف C نشان داده می‌شود. فلکِ شامل معمولا به شکل یک پوستهٔ کروی است و توپُر نیست.

پیش از آن که به بررسی ویژگی‌های طبیعی و ریاضی افلاک در آثار هیئت بپردازیم، نیاز است این مفهوم علمی را از منظر روش‌شناسی عام علوم هم ببینیم و نقش توضیحی آن را در نظر آوریم. پدیده‌هایی که منجمان قدیم با آن روبرو بودند، حرکات به ظاهر نامنظم و متغیر سیارات و ماه و خورشید بود. این منجمان برای این که این حرکات را به نظم بیاورند و بتوانند آنها را توضیح دهند، نیاز بود با فرض تعدادی حرکت یکنواخت با روش‌های هندسی، موقعیت سیاره تعیین شود. این دقیقا همان روشی است که در *مجسطی* دنبال شده است. بطلمیوس در مجسطی فقط از فلک تدویر و حامل استفاده نکرده بود، بلکه به ابزارهای هندسی دیگری نیز متوسل شده بود؛ مثلا برای

ایجاد حرکت نوسانی ماه در فلک تدویر، لازم دیده بود نقطه‌ای به نام «محاذات» در نظر بگیرد (که موقعیت آن بر اســـاس حرکات یکنواخت مرکز تدویر و مرکز حامل تعیین می‌شـــد) یا برای ایجاد نزدیکی و دوری مرکز تدویر از/به زمین مرکز فلک حامل را در حال چرخش به دور مزکز عالم دانسـته بود. همچنین برای حرکات سـیارات در عرض دایرةالبروجی نوســاناتی فرض کرده بود (که با فرض دایره‌هایی تلاش کرد حرکت آنها را دوره‌ای کند). در واقع موقعیت هر نقطه یا خط و دایره‌ای در مدل‌های بطلمیوسـی بر اســاس تعدادی حرکت چرخشـــی یکنواخت تعیین می‌َشـــد؛ چه نقطهٔ محاذات، چه موقعیت تدویر و حتی حرکت مرکز تدویر نسبت به نقطهٔ معدل المسیر یکنواخت بود.

اما نباید فراموش کرد که تعیین موقعیت ســیارات صـــرفاً با در نظر گرفتن تعدادی حرکت چرخشی یکنواخت متفاوت است با این که بگوییم بطلمیوس حرکات سیارات را به تعدادی حرکت چرخشـــی یکنواخت فروکاســـته بود. بطلمیوس با در نظر گرفتن تعدادی حرکت چرخشی یکنواخت و تعیین نقاطی مثل محاذات و موقعیت مرکز تدویر و ...، راهکاری برای تعیین موقعیت ســـیارات یافته بود. ولی نمی‌توان گفت که حرکت ســیارات را به تعدادی حرکت یکنواخت ســاده فروکاســته بود، این کاری بود منجمان مراغه با انگیزه‌های فیزیکی انجام دادند. ولی مدل‌های بطلمیوس در *مجسطی* پیش از آن که جنبهٔ فیزیکی داشته باشند، صرفا برای پیش‌بینی حرکات و موقعیت سیارات کاربرد داشـــتند. منجمان یونانی و اســـلامی که آشـــنایی عمیقی با هندســهٔ اقلیدســـی داشـــتند، می‌توانستند با استفاده از خواص هندسی دایره و روابط هندسی حاکم بر زوایای بین خطوط متصل بین محیط و مراکز آن‌ها، موقعیت به ظاهر پیچیده و نامنظم سیارات و ماه و خورشید را بر اساس روابط هندسی تعیین کنند و مدل‌های هندسی نسبتاً قدرتمندی برای پیش‌بینی کمّی پدیده‌های نجومی ارائه دهند. اما هدف منجمان مراغه آن بود که تمام حرکات سیارات صرفا به تعدادی حرکت دایره‌ای سادهٔ یکنواخت فروکاسته شود. یعنی با فرض افلاک متعدد در موقعیت‌های مختلف، هم اثر نقطهٔ محاذاتِ ماه را ایجاد کنند، هم حرکات نوســانی افلاک، و هم یکنواختی حرکت مرکز تدویر نســبت به نقطهٔ معدل المسیر را. همان طور که یک موج مرکب را می‌توان به مجموع تعدادی موج ساده فروکاســـت، هدف منجمان مراغه در مدل‌های غیربطلمیوســـی هم آن بود که حرکات سیارات را به تعدادی حرکت مستدیر یکنواخت فروبکاهند. ولی چرا آنها چنین هدفی را دنبال می‌کردند؟ مگر مدل‌های بطلمیوسی برای تعیین موقعیت سیارات برای هر زمان

دلخواه کافی نبود؟ مشکل زمانی آغاز شد که تصمیم گرفتند طبق روایت بطلمیوس در کتاب *الاقتصاص* و ابن هیثم در کتاب *فی هیئة العالم*، برای آن حرکات مستدیر، افلاکی فیزیکی یا «مجسّم» در نظر بگیرند (Langerman 1997). در این حالت دیگر نه نقطهٔ محاذات وجود فیزیکی داشت و نه نقطهٔ معدل المسیر. بنابراین باید فقط افلاکی فرض می‌شد که با سرعت یکنواخت به دور خود بگردند به صورتی که تمام حرکات غیریکنواخت و غیردایره‌ای مدل‌های بطلمیوسی را مدل کنند.

«تجسیم» افلاک

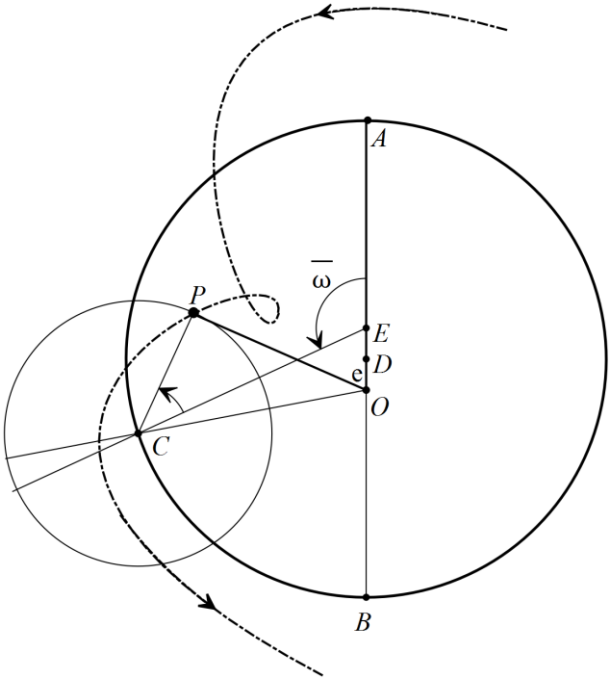
ویژگی بسیار مهم علم هیئت تجسیم یا سه‌بعدی و فیزیکی در نظر گرفتن افلاک بود. این ویژگی اولین بار در دورهٔ اسلامی در *فی هیئة العالم* ابن هیثم مورد تأکید قرار گرفت (ابن هیثم، *فی الهیئة*: ۵) و پس از او عبدالجبار خرقی و مؤیدالدین عُرضی (*کتاب الهیئة*: ۲۹) آن را به عنوان یکی از ویژگی‌های اساسی علم هیئت تثبیت کردند. بعد از آن تمام آثار هیئت، افلاک را به صورت مجسم معرفی می‌کردند و برای نشان دادن افلاک، مقطعی از کرات سه بعدی با ضخامت مشخص ترسیم می‌کردند. با اینکه راشد معتقد است رسالهٔ *فی هیئة العالم* از ابن هیثم نیست (Rashed, 1993, 2: 13-14)، منجمان جهان اسلام شک نداشتند که مبحث «تجسیم» یا جسمانی دانستن افلاک را ابن‌هیثم وارد کتب هیئت کرده است. قطب‌الدین صراحتاً به این موضوع اشاره می‌کند (*اختیارات*، [۲۶۹]).

اهمیت این ویژگی از آن رو است که «تجسیم» افلاک نشان دهندهٔ جنبهٔ واقع‌گرایانهٔ علم هیئت است. در این علم، اگر موجودات طبیعی مد نظر باشند، طبق فلسفهٔ طبیعی ارسطو، برای هر حرکتی باید محرّکی وجود داشته باشد نه اینکه به طور فرضی گفته شود فلان خط به‌دور فلان نقطه می‌چرخد، بلکه باید مشخص باشد فلان خط نشان‌دهندهٔ کدام موجود واقعی فیزیکی است و آن نقطه در دنیای طبیعی، مثلاً مرکز کدام فلک است و کدام جسم آن را می‌چرخاند. این موضوع به ویژه در طراحی‌هایی که از مدل‌های فلکی در آثار هیئت دیده می‌شود، خود را نشان می‌دهد. اما این جنبهٔ طبیعی و واقع‌گرایانه هیچ از ماهیت ریاضی علم هیئت نمی‌کاهد. چرا که روش‌شناسی این علم بر اساس روابط ریاضی و هندسی اشیاء تعیین می‌شد.

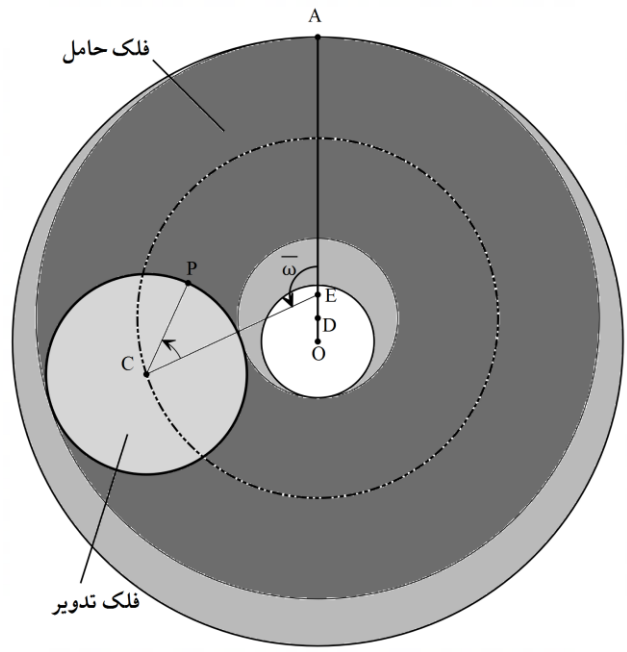
افلاک مجسم، به عنوان موجودات طبیعی، علاوه بر آن که تعبیر فیزیکی مناسبی از دایره‌های به کار رفته در مدل‌های ریاضی سیاره‌ای بودند، می‌توانستند سیارات را حرکت دهند. زمانی که هنوز قوانین حرکت و گرانش نیوتن مطرح نشده بود، تنها عامل

فیزیکی قابل قبول که می‌توانست حرکات پیچیدهٔ سیارات را در عالمی کاملاً پُر ایجاد کند، فلک بود. در ادامه خواهیم دید که طبق فلسفهٔ طبیعی ارسطو که امکان خلأ در عالم را نفی می‌کرد، چاره‌ای برای منجمان باقی نمی‌گذاشت جز آن که عالم فوق قمر را کاملا پُر ببینند و برای تبیین حرکات آسمانی به افلاک کروی صُلبِ متحرک قائل شوند. افلاک خارج مرکز و تدویر بیشتر از اینکه منشأ ارسطویی داشته باشند، کاملا از مدل‌های تجربی منجمان بیرون آمده بودند، هر چند حرکات افلاک نیز، مانند هر حرکت دیگری، چه زمینی چه آسمانی، تحت قوانین حرکت ارسطویی عمل می‌کردند.

هدف اولیهٔ مدل های نجومی بطلمیوس پیش‌بینی موقعیت سیارات بود. اما او ویژگی‌هایی را در حرکت بعضی افلاک در مدل‌های سیاره‌ایِ خود در نظر گرفت که وقتی جنبهٔ فیزیکی می یافت، ایجاد اشکالاتی می‌کرد. یکی از این ویژگی‌ها با عنوان نقطهٔ معدل‌المسیر شناخته میَ شود. در مدل‌های بطلمیوسی سیارهٔ **P** روی محیط فلک تدویر به مرکز **C** با سرعت مماسی و زاویه‌ای یکنواخت می‌گردد، و در همین حین مرکز تدویر **C** روی محیط حامل به مرکز **D** طوری می‌چرخد که سرعت زاویه‌ای‌اش نسبت به نقطهٔ معدل المسیر **E** یکنواخت باشد، نه نسبت به مرکز **D** (شکل ۳). بنابراین از لحاظ ریاضی می‌توان موقعیت مرکز تدویر را برای هر لحظه‌ای به دست آورد؛ به این صورت که سرعت یکنواخت مرکز دایرهٔ تدویر روی محیط دایرهٔ حامل، نسبت به نقطهٔ معدل المسیر را در مدت زمان گذشته از مبدئی مشخص ضرب کنیم (**t.ω**). بنابر این نوعی یکنواختی در مدل بطلمیوس برای اهداف عملی وجود داشت.



شکل ۳



شکل ۴

اما زمانی که از این دوایر تعبیری فیزیکی داشته باشیم (شکل ۴)، دیگر معنایش آن است که فلک حامل با سرعت مماسی و سرعت زاویه‌ای نایکنواخت نسبت به مرکز D بگردد تا مرکز تدویر را نسبت به نقطهٔ E با سرعت یکنواخت بگرداند؛ حرکتی که صراحتاً با اصل یکنواختی حرکت افلاک در طبیعیات ارسطویی تعارض داشت.

ارسطو در کتاب *در آسمان* یکنواختی حرکت فلک نخستین را اثبات کرده بود، و ظاهراً دربارهٔ دیگر افلاک سخنی نگفته بود. ولی استدلالی که برای آن ارائه داد برای بقیهٔ افلاک نیز مقبول بود. استدلال او به این ترتیب بود که: حرکت طبیعی اجسام زمینی –مثل سنگ‌ها– زمانی که از مکان اولیهٔ خود راه می‌افتند، کمترین سرعت و زمانی که به مکان طبیعی خود نزدیک می‌شوند، بیشترین سرعت را دارد. ولی چون حرکت افلاکْ دورانی است و در حرکت‌شان به مکان طبیعی‌شان نزدیک یا دور نمی‌شوند بنابراین دلیل ندارد که حرکتشان کند یا تند شود. علاوه بر این ارسطو برای این موضوع دلایل دیگری نیز می‌آورد. از جمله آن که تغییر در سرعت فلک نشان از تغییر در محرک آن دارد. ولی چون تغییر و تحول در آسمان‌ها، که جنبهٔ الهی دارند، راه ندارد، تغییر سرعت نیز در آن نخواهد بود (Aristotle 1939: 288a).

این اصل از جمله اصول چهارگانه‌ای است که ابن هیثم در *فی هیئة العالم* آورده است (*فی هیئة*: ۶۷).[۱۸] ابن هیثم در *الشکوک* نیز نشان می‌دهد بطلمیوس در *مجسطی* به این قضیهٔ طبیعی اشاره کرده است (*الشکوک*: ۲۴). از بعضی عبارات بطلمیوس در *مجسطی* هم بر می‌آید که حرکت یکنواخت افلاک را قبول دارد. دلیل بطلمیوس هم به تبعیت از ارسطو برای یکنواختی حرکات افلاک این بود که این نوع حرکت متناسب با ماهیت الهی افلاک است (*مجسطی*: ۴۲۰). اما ابن هیثم معترض است که بطلمیوس در مدل‌های فلکی خود آن را رعایت نکرده بود. او در *الشکوک علی بطلمیوس* اصول طبیعی به‌کار رفته در آثار بطلمیوس را استخراج کرد و مواردی را که بطلمیوس از این اصول تخطی کرده بود، مشخص کرد. آنچه به عنوان اشکالات هیئت بطلمیوسی در آثار هیئت شایع گردید، معمولا برگرفته از همین ناهماهنگی‌ها یا تناقضاتی است که ابن هیثم در آثار بطلمیوس پیدا کرده است.[۱۹]

ابن هیثم حرکت نایکنواخت فلک حامل در مدل‌های سیارات را به دلیل نقطهٔ معدل المسیر، متعارض با اصل حرکت یکنواخت افلاک می‌داند. به عقیدهٔ او اگر حرکت مرکز تدویر نسبت به مرکز حامل یکنواخت نباشد،

> پس حرکت فلک حامل که تدویر را حرکت می‌دهد، حول مرکزش نایکنواخت خواهد بود، زیرا او محرک فلک تدویر است. در حالی که این نقض کنندهٔ آن چیزی است که در حرکات آنها [=افلاک] مقرر کرده بود، چرا که [بطلمیوس] مقرر کرده بود که حرکات آنها همگی یکنواخت باشند[۲۰] (*الشکوک*: ۲۷).

حرکت نایکنواخت مرکز تدویر نسبت به مرکز حامل، باعث می‌شود که تمام نقاط محیطِ فلک حامل نسبت به مرکز آن نایکنواخت بگردند، زیرا باعث می‌شود زمانی که مرکز تدویر به اوج نزدیک می‌شود، سرعت حامل کندتر و زمانی که مرکز تدویر به حضیض نزدیک می شود، سرعت حامل تندتر شود. ولی چنین حرکتی با اصل طبیعی ارسطویی یکنواختی حرکت افلاک در تعارض بود. این اصل معمولاً در میان مقدمات طبیعی کتب هیئت نیز ذکر می‌شد. مثلاً شیرازی نیز در ضمن مقدمات طبیعی خود چنین آورده: «افلاک دارای توقف یا حرکات بازگشتی، کندشونده، تندشونده یا در جهت خروج از مکان طبیعی خود نیستند» (*اختیارات*، [۳۸]).

اما چرا این اصل ارسطویی این همه برای هیئت‌دانان اساسی بود که به خاطر حفظ آن، دست از مدل‌های بطلمیوسی شستند تا مدل‌های جدیدی طراحی کنند بدون هیچ حرکت نایکنواختی؟ آیا ایشان تمام اصول طبیعی ارسطویی را در آثار خود رعایت می‌کردند یا اینکه فقط بعضی از آن اصول را با اصلاحاتی پذیرفته بودند؟ در واقع می‌توان گفت حداقل دو اصل طبیعی ارسطویی در کار بود که اندک زمانی پس از زمان ارسطو معلوم شد که هر نظام نجومی مبتنی بر آنها نمی‌تواند پدیده‌های سادهٔ نجومی را تبیین کند و محکوم به شکست است (معصومی همدانی ۱۳۸۰: ۳۵):

۱. حرکت طبیعی فلک به دور مرکز عالم است.

ارسطو در کتاب *در آسمان* استدلال کرده بود که باید عنصری وجود داشته باشد که به دور مرکز عالم بگردد. به عقیدهٔ او چون حرکت طبیعی عناصر به سمت مرکز (آب و خاک) ویا به سمت محیط (آتش و هوا) عالم است، بنابراین باید عنصر دیگری هم وجود داشته باشد که به دور مرکز عالم بچرخد (Aristotle, *On the Heavens*: I, 2, 268b, 27 – 29). این عنصر همان اتر یا اثیر است که افلاک از آن ساخته شده اند. اما بطلمیوس و دیگر نویسندگان آثار هیئت با قائل شدن به افلاک تدویر و خارج مرکز از این اصل تخطی کردند.

با اینکه خیلی زود ناکارآمدی این اصـــل در نجوم معلوم شـــد و منجمان پیش از بطلمیوس، مثل آپولونیوس و ابرخس، و حتی فلاسفهٔ ارسطویی در دوران اسلامی، چون ابن سینا، آن را کنار گذاشتند، همچنان در مقدمات طبیعیِ بعضی از مهم‌ترین آثار هیئت تا پیش از آثار قطب‌الدین شـــیرازی، حرکت افلاک را به دور مرکز عالم ذکر می‌کردند، در حالی که در متن کتاب‌ها عملاً این اصل را کنار می‌گذاشتند و به وجود افلاک تدویر و خارج مرکز قائل می‌شـــدند (ابن هیثم، *فی هیئة*: ۱۰؛ طوســـی، *التذکرة*: ۱۰۱). با اینکه این اصل ارسطویی به جز در میان فلاسفهٔ اندلسی پیروی نداشت، فلاسفه‌ای چون ابن سینا نیز صراحتاً نگفته بودند چرا این اصل را نادیده می‌گیرند.

پیش از شیرازی، عبدالجبار خرقی صراحتاً در مقدمات طبیعیِ کتاب خود توضیح داد که نیاز نیست حرکت افلاک دقیقاً به دور مرکز عالم باشد، بلکه همین که به دور نقطه‌ای درون فلک بگردد کافی اســـت: «ولیس یلزم ... ولا المتحرک علی الوســـط هو ما یکون الوســـط مرکزاً له، فإنّه وإن لم یکن مرکزاً له ولکنّه فی ضـــمنه فهو متحرک علیه بوجه» (*منتهی*: ۱۱، [۹]). بنابراین هر چند این اصـــل ارســـطوییِ به‌کنارنهاده‌شـــده، در مقدمات طبیعیِ بعضـــی آثار هیئت ذکر می‌شـــد، اولین بار خرقی عبارتی در مقدمه‌اش نوشـــت تا صـــراحتاً تناقض را برطرف کند: چرخش افلاک خارج مرکز با اصـــل چرخش افلاک به دور مرکز عالم تناقضی ندارد، زیرا مرکز آن به مرکز عالم نزدیک است. ولی این توضیح نمی‌توانســـت تناقض افلاک تدویر را با این اصـــل حل کند، زیرا مرکز افلاک تدویر از مرکز عالم بسـیار دور بودند. شـیرازی احتمالاً برای اینکه نشـان دهد این تناقض چطور حل می‌شود، در مقدمات طبیعی حرکت افلاک را به دور مراکز خودشان معرفی می‌کند، نه مرکز عالم و در نتیجه تناقضی پیش نمی‌آید.

قطب‌الدین برای توجیه این اندیشه، از مفهومی دیگر در فلسفهٔ ارسطو کمک گرفت: ارسطو در آثارش گاهی حرکت افلاک را طبیعی و گاهی ارادی معرفی کرده بود. مثلا در مقالهٔ اول *درآســـمان* می‌گوید باید جســـم بســـیطی وجود داشـــته باشـــد که طبعاً بچرخد (ارســـطو، *درآســـمان*: مقالهٔ اول، **۲۶۸b**). ولی مثلا در قســـمتی دیگر می‌گوید «ما دربارهٔ ستارگان چنان سخن می‌گوییم که گویی آنها صرفا اجسامی بسیط یا واحدهایی بی‌گمان منظم ولی فاقد نفس‌اند. ولی به عکس، باید قبول کنیم که آنها بهره‌مند از زندگی و فعالیت اند» (همان: مقالهٔ دوم، **۲۹۲a**). ولفسون نشان داده که چگونه شارحان ارسطو، مثل اسکندر افرودیسی، سیمپلیکیوس و ... پس از او به تأویل و تفسیر این متون برای

رفع تناقض اقدام کردند (Wolfson 1962: 72 - 75). ابن سینا نیز تلاش کرد در *کتاب النجاة* در فصلی با عنوان «فصل فی أن حرکة السماء مع أنها نفسانیة کیف یقال أنها طبیعیة» (ص ۶۱۹) و طبیعیات *شفا* این تعارض را حل کند (ج۲، ۳۳). طوسی هم در *تذکرة* گفته که اگر حرکت چیزی بر یک روش (بر نهج واحد) با شد، محرک آن را طبع می‌نامیم و اگر چنین نباشد محرک آن را نفس می‌گوییم، بنا بر این هم حرکات طبیعی عناصر زمینی را و هم حرکات ارادی افلاک را حرکتی طبیعی می‌گوییم، زیرا این اجسام دارای حرکت در یک نهج و جهت هستند؛ ولی حرکات نباتی و حیوانی را که در یک نهج و جهت نیستند، از سوی نفس می‌دانیم (*التذکرة*: ۱۰۱).[۲۱]

بنابراین در طبیعیات ارسطو، افلاک موجودات زنده دارای «نفس» تصور می‌شدند که حرکتشان ارادی است. اصطلاح «حیوان فلکی» نیز اشاره به شباهتی دارد که بین فلک و حیوان وجود دارد: این که هر دو به وا سطهٔ دا شتن نفس، از روی اراده و ادراک حرکت می‌کنند. به همین دلیل حرکت افلاک ارادی ا ست و بنابراین می‌توان صراحتا گفت این حرکت «به دور مراکز ای شان» ا ست (*اختیارات*، [۳۱])، نه لزوما به دور مرکز عالم. البته این راه حل احتمالا چیزی بود که همه در ذهن دا شتند ولی فلا سفه‌ای چون ابن سینا هیچ گاه صراحتاً بیان نکرده بودند و به همین دلیل به وجود افلاک خارج‌مرکز و تدویر ایراد نمی‌گرفتند. شیرازی صرفاً آن را صراحتاً در مقدمهٔ یک کتاب هیئت بیان کرد. این از جمله مواردی است که نشان می‌دهد فلاسفه و هیئت‌دانان پس از ارسطو تا زمان شیرازی در بعضی از اصول طبیعی ارسطویی دخل و تصرف‌هایی کردند تا با نجوم بطلمیوسی هماهنگ شوند.

۲. افلاک شکل کروی دارند.

ارسطو در کتاب *در آسمان* استدلال کرده بود که اجسام فلکی که از عنصر اثیر ساخته شده اند، تنها می‌توانند به شکل کره باشند. زیرا کره بسیط‌ترین شکل مجسم است و بنابراین شکل طبیعی اجسام بسیط کروی است. وی به همین شیوه کرویت زمین را اثبات می‌کند. اما همانطور که گفته شد، پس از ارسطو این اصل نیز کنار گذاشته شد. در هیئت مجسم افلاک نزد بطلمیوس و نویسندگان آثار هیئت، بعضی افلاک به واسطهٔ افلاک دیگر از شکل کروی کامل خارج می‌شوند. به این صورت که افلاک کوچک‌تر که داخل افلاک بزرگ‌ترند، ممکن است با آنها هم‌مرکز نباشند. بنابراین افلاکَ کوچک‌تر افلاک بزرگ‌تر

را به دو تکهٔ نامساوی با مقطع هلالی‌شکل تقسیم می‌کنند. همانطور که گفته شد، فلک ممثل به مرکز O در واقع کروی نیست، زیرا به واسطهٔ فلک حامل به دو تکهٔ غیرکروی هلالی‌شک تقسیم شده است (شکل ۴)؛ یا افلاک تدویر سوراخ‌هایی در دلِ «ثخن» (یا گوشتهٔ) آنها می‌سازند. با این وجود هیئت‌دانان در مقدمات طبیعی آثار خودِ افلاک را اجسامی کروی معرفی می‌کردند (*اختیارات*، [۲۶۷]، *نهایه*: گ۳۷ر؛ *تحفه*: ۸۷). از همان دوران پس از ارسطو این مسأله محل اشکال بود و راه حل‌هایی هم ارائه شد (معصومی همدانی ۱۳۸۰: ۳۵، پانویس ۱۳). شیرازی بعضی از راه‌حل‌های دوران اسلامی را گزارش می‌کند: بعضی در جواب گفته اند کره شکلی است که یک سطح یا دو سطح بر او محیط باشند و دارای مرکزی باشد که فاصلهٔ تمام نقاط از یکی از آن دو سطح تا مرکز مساوی باشد. آن گروهی که چنین پاسخی می‌دهند، در واقع به یک فلک موافقِ مرکز معتقد نیستند، بلکه فکر می‌کنند هر دو قسمت متمم را باید کره‌های جداگانه در نظر گرفت. شیرازی این پاسخ را نمی‌پسندد، زیرا به نظر او سوال اصلی این است که افلاک باید به طور کامل کروی باشند نه اینکه یک قسمت آنها ضخیم‌تر و قسمت دیگر نازک‌تر. شیرازی کتب هیئت را جایی مناسب برای این مباحث نمی‌داند چون این بحث‌ها به فلسفهٔ طبیعی تعلق دارند نه علم هیئت.[۲۲] بنابراین وجود افلاک خارج مرکز درون افلاک دیگر با مرکزِ متفاوت باعث می‌شود که آن افلاک توسط فلک داخلی به دو تکهٔ هلالی شکل تقسیم شود و این با اصل ارسطویی کرویت افلاک تعارض داشت ولی در تمام آثار هیئت پذیرفته شده بود.

نتیجه اینکه فلاسفه و منجمان از همان دوران پس از ارسطو تا ابن هیثم و هیئت‌دانان پیرو او بعضی از اصول طبیعی ارسطویی را، از هیئتِ مورد نظر خود، کنار گذاشته بودند. اما بعضی دیگر از آن اصول را کنار نگذاشتند و رویِ آنها تأکید کردند، از جمله اصل حرکت یکنواخت افلاک که از مهم‌ترین اصول طبیعی است که هیئت‌دانان در آثار خود آوردند و به تناقض مدل‌های بطلمیوسی با آن تصریح کردند. ایشان به جای اینکه این اصل را نیز مثل دو اصل قبلی کنار بگذارند، آن را حفظ کردند و در عوض، مدل‌های بطلمیوسی را محل اشکال دانستند و تغییر دادند.

دلیل ایشان برای این رفتار دوگانه چه بود؟ نمی‌توان گفت معیار آنها هماهنگی با نجوم و مدل‌های بطلمیوسی بود، مثلا نمی‌توان گفت پذیرش دوتکه‌شدن افلاک کروی و چرخش آنها به دور مراکزی غیر از مرکز عالم با هیئت بطلمیوسی هماهنگی داشت و به

همین دلیل آنها آن دو اصل ارسطویی را کنار گذاشتند. زیرا اگر چنین بود، باید اصل حرکت یکنواخت افلاک را نیز رد می‌کردند. زیرا این اصل هم با هیئت بطلمیوسی ناهماهنگ بود. ولی آنها ترجیح دادند آن را نگه دارند و هیئت بطلمیوسی را اصلاح کنند. طبق فلسفهٔ ارسطویی، تغییرِ حرکت نشانهٔ تغییر در محرک است، و ارسطو استدلال کرده بود که تغییر در آسمان راه نَدارد، پس تغییر سرعت قابل پذیرش نیست. ولی می‌شَد کسی استدلال کند اگر حرکت افلاک ارادی است، چه مانعی دارد که نفسی به فلکی تعلق بگیرد و اراده کند با سرعت نایکنواخت بچرخد، یعنی گاهی تصمیم بگیرد تند و گاهی کند حرکت کند، یا گاهی در یک جهت و گاهی در جهت دیگر حرکت کند همانطور که دربارهٔ اصل چرخش افلاک به دور مرکز عالم به همین شیوه عمل کردند و آن را کنار گذاشتند؟ یا می‌توانستند فرض کنند «در یک جسم واحد چند حرکت طبیعی دائمی متضاد باشد». ولی ابن هیثم صراحتا چنین راه حلی را رد کرده و معتقد بود چنین فرض‌هایی «محال فاحش» است (*الشکوک*: ۱۹). در حالی که برای کرویت افلاک و چرخش به دور مرکز عالم هم از لحاظ فلسفهٔ ارسطو محال دانسته شده بود ولی فلاسفه و منجمان پس از او، تا زمان ابن هیثم و پیروانش اعتراضی به آنها نکردند. چرا در آثار شارحان ارسطو تا فلاسفه و منجمان اسلامی از جمله ابن هیثم و منجمان مراغه، هم مرکز بود افلاک با مرکز عالم محل تأکید نبود، و می‌شد راحت از کنار آن گذشت، ولی اصل یکنواختی حرکت فلک، این همه مقدس تلقی می‌شد؟

آیا اصل یکنواختی حرکت افلاک ارتباطی با اصل سادگی نداشت؟ روشن است که یکنواختی از لحاظ مفهومی ساده‌تر از نایکنواختی است. حتی زمانی که گالیله در کتاب *گفتگو درباب دو علم جدید*، می‌خواهد دربارهٔ نرخ تغییرات سرعت اجسام ساقط تحقیق کند، در ابتدا صراحتاً می‌نویسد «ساده‌ترین فرض» برای سقوط اجسام «شتاب یکنواخت» است (Galilei 1914, p. 167 and 169). زیرا به عقیدهٔ او طبیعت «فقط اموری را به کار می‌گیرد که رایج‌ترین، ساده‌ترین و آسان‌ترین باشند» (Crombie 1953, p. 297; Galilei 1914, p. 161). بنابراین گالیله نیز «یکنواختی» را ساده‌ترین حالت تغییر سرعت می‌داند. شاید بتوان از همین سادگیِ مفهوم «یکنواختی» نتیجه گرفت که فلاسفه و هیئت‌دانان پس از ارسطو، به ویژه ابن هیثم، به طور ناخودآگاه شهوداً یکنواختی حرکت افلاک را قابل پذیرش‌تر از افلاکی با سرعت نایکنواخت می‌دانستند.

وگرنه فروکاستن حرکات گوناگون سیارات به تعدادی حرکت نایکنواخت چه برتری تبیینی داشت؟

برای جلوگیری از تاریخ‌نگاری زمان‌پریش باید عباراتی را پیدا کرد که صراحتاً در آثار این منجمان به سادگیِ مفهوم یکنواختی یا «حرکت متشابه» و نقش این سادگی در انتخاب آن اشاره کرده باشند. استدلال اصلی ابن هیثم ظاهرا این بود که هر گونه تغییری نیازی به محرک دارد و فرض نایکنواختی یا نوسان در حرکت افلاک نیازمند فرض محرک‌هایی است که چنین نایکنواختی‌هایی را ایجاد کند (*الشکوک*: ۲۸). بنابراین می‌توان به طور غیرمستقیم از همین اظهار نظر ابن هیثم نتیجه گرفت که حرکت یکنواخت افلاک به محرک‌های کمتری نیاز دارد و در نتیجه صرفه‌جویانه‌تر است؛ یا اینکه می‌توان این طور برداشت کرد که ابن هیثم اصل یکنواختی را مستلزم سادگی بیشتری می‌دانست و به این ترتیب نوعی ظرافت در آن می‌دید. ابن هیثم از بطلمیوس نقل می‌کند که در فصل دوم مقالهٔ نهم *اصول حاکم بر مبحث سیارات* پنج‌گانه را چنین بیان کرده است:

> وأنها تكون عن حركات جارية على استواء واستدارة، لأن هذه الحركات مشاكلة لطبيعة الأجرام الإلهية مباينة للخروج عن النظام وعدم التشابه (*الشكوك*: ۲۴).[۲۳]

یعنی به عقیدهٔ بطلمیوس –که مستقیماً ریشهٔ ارسطویی داشت (معصومی همدانی ۱۳۸۰: ۳۲)– افلاک به این دلیل دارای حرکت متشابه (یکنواخت) اند که از طبیعت الهی برخوردار اند و طبیعت بسیط موجودات الهی مانع از آن می‌شود حرکت نایکنواخت داشته باشند. سپس ابن هیثم به فصل پنجم مقالهٔ نهم *مجسطی* اشاره می‌کند که در آن بطلمیوس برای سیارات پنج‌گانه افلاکی قائل شده که با سرعت نایکنواخت می‌گردند. از نظر ابن هیثم این تناقض است. بنابراین همانطور که اسحاق (یا ثابت) «حُسن ترتیب» و «ثبات حال» و «اعتدال» افلاک را به معنای نبودن اضافات و «آنچه بدان نیاز نیست» دانسته بود، بطلمیوس نیز لازمهٔ طبیعت الهی افلاک را سرعت یکنواخت آنها می‌دانست. بنابراین هم معنای صرفه‌جویی –که صراحتاً در ترجمهٔ اسحاق و ثابت و در آثار بعدی به ویژه قطب‌الدین شیرازی، بود، از جنبه‌های الهی افلاک نزد بطلمیوس نتیجه شده بود، و هم معنای ظرافت، که سعی کردیم در اینجا به ابن هیثم نسبت دهیم. در واقع در نگاه ارسطو و شاید تمام منجمان و فیلسوفان تحت تأثیر او، از جمله ابن هیثم و منجمان مراغه، «بساطت» لازمهٔ موجودات الهی است و چون آسمان خدا یا خدایی است،

بنابراین این موجودات نیز باید بسیط و ساده باشند، هم در جنس و هم در حرکت‌شان. و حرکت «بسیط» یا ساده هیچ معنایی جز این ندارد که یکنواخت با شد، بدون تندی و کندی (معصومی همدانی ۱۳۸۰: ۲۹ – ۳۲).

بساطت الهی افلاک و نفوس متعلق به آنها باعث می‌شود که حرکات آنها ساده باشد. بنابراین ریشهٔ اعتقاد به اصل یکنواختی حرکت افلاک ریشه در نوعی مفهوم سادگی داشت. به جز این، نمی‌توان اشاره به سادگی را به عنوان انگیزهٔ انتخاب اصل یکنواختی حرکت افلاک، به صراحت در آثار ابن هیثم و پیروانش پیدا کرد. اما شاید بتوان آن سخن آلبرت اینشتین دربارهٔ فعالیت علمی را مرتبط با این بحث دانست، آنجا که می‌گوید: «اگر می‌خواهید چیزی از روش فیزیکدانان نظری بدانید، توصیه می‌کنم به این اصل پایبند باشید: به حرف‌هایشان گوش ندهید، بلکه بر اعمال‌شان تمرکز کنید» (1933, p. 1).

پی‌نوشت‌ها

۱. *شماره‌های داخل قلاب به شمارهٔ بندهای متن تصحیح‌شدهٔ کتاب اختیارات مظفری ارجاع می‌دهند که به زودی*

از سوی مؤسسهٔ پژوهشی حکمت و فلسفهٔ ایران منتشر خواهد شد.

۲. simplicity

۳. Underdetermination، تعین ناقص به حالتی اطلاق می‌شود که بیش از یک نظریه بتواند تمام مشاهدات را توضیح دهد و انتخاب بین آن نظریه‌ها بر اساس داده‌های تجربی ممکن نباشد.

۴. بنگرید به فصل ششم از کتاب *فلسفهٔ علم* نوشتهٔ جیمز لیدیمن (ترجمهٔ حسین کرمی، تهران: انتشارات حکمت، ۱۳۹۰).

۵. elegance

۶. parsimony

۷. نسخه: اللاهیه

۸. نسخه: باللاهیه

۹. الحُسن ؟

۱۰. devices

۱۱. رجیس مورلون معتقد است کتاب *فی سنة الشمس* را ثابت بن قرّه ننوشته است، بلکه احتمالا یکی از پژوهش‌گران حلقهٔ اطراف بنوموسی مؤلف آن است (Morelon 1996: 27).

۱۲. ά π λ ο υ σ τ έ ρ α

بنگرید به متن یونانی *مجسطی* (Heiberg 1898: 232).

۱۳. خرقی در *منتهی* (ص۳۹، [۶۷])، مؤیدالدین عُرضی در *کتاب الهیئة* (ص۶۹) و نصیرالدین طوسی در *التذکرة فی الهیئة* (ص۱۴۷) همگی مدل خارج‌مرکز را به دلیل «بساطت» برای خورشید ترجیح داده اند.

۱۴. برای آشنایی با آثار هیئت و انواع مختصر و جامع آنها بنگرید به گمینی (۱۳۹۲).

۱۵. با تشکر از دکتر حنیف قلندری که این نسخه و تصحیح چاپ‌نشدهٔ خود را در اختیارم قرار داد.

۱۶. برای آشنایی با مدل‌های غیربطلمیوسی منجمان مراغه و انگیزه‌های آنها از عرضهٔ این مدل‌های بنگرید به Saliba (1996) و گمینی (۱۳۹۵، فصل دوم).

۱۷. برای ریشه شناسی کلمهٔ «فلک» در زبان عربی قرآنی و دیگر زبانهای سامی بنگرید به Hartner (1991: 261-2).

۱۸. این اصول چهارگانه در تمام نسخ *فی هیئة العالم* نیست، بلکه روی ورقی در برخی از نسخه‌های آن هست و در برخی نیست.

۱۹. برای بحث دربارهٔ اینکه آیا طوسی این اشکالات را از *الشکوک* گرفته یا خود مستقلا آن‌ها را طرح کرده است، بنگرید به Ragep (1993: 428-9). عُرضی، طوسی و شیرازی نیز این اشکالات را در آثارشان متذکر شده اند، از این میان تنها عُرضی به ابن هیثم ارجاع داده و اشاره کرده که ابن‌هیثم و جابربن افلح بر مدل‌های بطلمیوسی شک آورده اند (*کتاب الهیئة*: ۲۱۴) و معلوم نیست که آیا طوسی و شیرازی به *الشکوک* دسترسی مستقیم داشته‌اند یا خیر، زیرا هیچ‌کدام از ایشان از این کتاب نامی نبرده‌اند. طوسی تنها به رسالهٔ *فی حرکة الالتفاف* (*التذکرة*: ۲۱۵) اشاره می‌کند. اما صبره معتقد است می‌توان فرض کرد این اشکالات از طریق *الشکوک* در میان منجمان آن روزگار مطرح بوده و بنابراین طوسی [و به تبع او، شیرازی] حداقل به صورت غیرمستقیم تحت تأثیر *الشکوک* بوده‌اند (Sabra 1978: 123).

۲۰. *فحرکة الفلک الحامل حول مرکزه تکون مختلفة، لأنه هو المحرک لفلک التدویر. وهذا مناقض لما قرره من حرکاتها، إذ قرر أن حرکاتها کلها مستویة.*

۲۱. رجب با اشاره به *شرح اشارات* طوسی دربارهٔ تمایز طبع و طبیعی بحث کرده است (Ragep 1993: 380).

۲۲. در مورد راه حلی که طوسی در *شرح اشارات* برای این مسئله عرضه کرده است، نگرید به معصومی همدانی (۱۳۹۱).

۲۳. "… can be represented by uniform circular motion, since these are proper to the nature of divine beings, while disorder and non-uniformity are alien [to such thinks]" (Ptolemy, 420, H208).

References

- Aristotle. *Aristotle: On the Heavens*. With an English translation by W. K. C. Guthrie. Pp. xxxvi+378. (Loeb Classical Library.) London: Heinemann, 1939.
- Baker, A. (2016). "Simplicity", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/simplicity/>.
- Edward N. Zalta (ed.), URL = <plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/simplicity/>.
- Crombie, A. (1953). *Augustine to Galileo: The History of Science A.D. 400 – 1650*. Harvard University Press.
- Dalla□l, A. (1995). *An Islamic response to Greek astronomy: Kita□b Ta' di□l hay' at al-afla□k of S□adr al-Shari□' a*, Brill: Leiden.
- Duignan, Brian. "Occam's Razor". *Encyclopedia Britannica*. Retrieved 11 May 2021.
- Einstein, A. (1933). *On the Method of Theoretical Physics*. Oxford: Clarendon Press.
- Galilei, Galileo. (1914). *Dialogues Concerning Two New Sciences*. Translated by Henry Crew and Alfonso de Salvio. (New York: Macmillan).
- Gamini, Amir-Mohammad (2014). "Diversity and Variety of Hay' a Books in Islamic Civilization." *Journal for the History of Science (Tarikh Elm).* 11 (2): pp. 234-290. (in Persian).

- Gamini, Amir-Mohammad (2016). *Enameled Circles: A Study in the History of Cosmilogy in Islamic Civilization*. Tehran: Hekmat Sina (in Persian).
- Gamini, Amir-Mohammad. (2017). "Qutb al-Dī n al-Shī rā zī and the development of non-Ptolemaic Planetary Modelling in the 13th Century", *Arabic Sciences and Philosophy*, 27(02), pp. 165-203.
- Gamini, Amir-Mohammad (ed.). (forthcoming). *Quṭ b al-Dī n Shī rā zī 's Ikhtiyā rā t Muẓ affarī* . Tehran: Iranian Institute for Philosophy (in Persain).
- Goldstein, Bernard R (1967), 'The Arabic version of Ptolemy's Planetary hypotheses', *Transactions of the American Philosophical Society*, 57 (4), 3-55.
- Hajjā j [manuscript]. *Tarjumat al-Majistī* [A Translation of the Almagest]. Leiden Library: OR 0680. (in Arabic).
- Hartner W., Schramm M., "Al-Biruni and the theory of solar apogee: an example of originality in Arabic Science," in A.C. Crombie, ed., *Scientific Change*, Symposium on the history of science, Oxford 9-15 July 1961, pp. 206-218.
- Hartner (1991), 'Falak', in B. Lewis, Ch. Pellat, and J. Schacht (eds.), *Encyclopedia of Islam* (2; Leiden: Brill), 261-63.
- Heiberg, J. L. (ed.), (1898). *Claudii Ptolemaei opera quae exstant omnia: Volumen I. Syntaxis Mathematica*, (Pars I. Libros I.–VI; Leipzig)
- Ibn al-Haytham. *Al-Shukuk ala Batlamiyus*. Abdulhamid Sabra (ed.). Cairo: Dar Misriyya (1971).
- Ibn al-Haytham (1990). *Ibn al-Haytham's On the Configuration of the World*, Eds. Langermann, Tzvi. Garland: New York.
- Kharaqī , ʿ Abd al-Jabbā r [manuscript]. *ʿ Umda Kh*^{w}*ā razmshā hī* . Tashkand: Library of the Institute for Oriental Studies: MS 4467. (in Persian).
- Langermann, Tzvi (1990), *Ibn al-Haytham's On the Configuration of the World* (New York: Garland).
- Langermann, Y.T. (1997) "Arabic Cosmology", *Early Science and Medicine*, Vol.2, No.2, pp. 185-213.
- Masoumi-Hamedani, Hosein (2001). "From another Sky". *Nashr Dā desh* 100: pp. 27-37. (in Persian).
- Masoumi-Hamedani, Hosein (2012). "Ibn Sī nā , Ṭ ū sī , and the Problem of the Simplicity of the Celestial Bodies". in Hosein Masoumi-Hamedani & Mohammad-javad Anwari (ed.) *Ustā d Bashar (Studies in Life, Period, Philosophy, and Science of Kh*^{w}*ā ja Naṣ ī r al-Dī n Ṭ ū sī)*. Tehran: Miras Maktoob: pp. 279-299. (in Persian).
- Morelon, Régis (1996), 'Eastern Arabic Astronomy between the Eighth and the Eleventh Centuries', in Rushdi Rashed (ed.), *Encyclopedia of the History of Arabic Science* (1; New York: Routledge).
- Morrison, Robert (2005), 'Quṭ b al-Dī n al-Shī rā zī 's Hypotheses for Celestial Motions', *Journal for the History of Arabic Science*, XIII, 21-140.
- Ragep, Jamil (ed.). (1993), *Nasī r al-Dī n al-Ṭ ū sī 's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fī 'ilm al-hay'a)* (Volume 1: Introduction,

Edition, and Translation. Volume 2: Commentary and Apparatus; New York: Springer).
- Rashed, Roshdi (1993), *Les Mathématiques infinitésimales du IX e au XI e Siècle* (London).
- Rezvani, Pouyan. 'Ptolemy, al-Majisṭ ī (tr. Isḥ ā q b. Ḥunayn/Thā bit b. Qurra), transcribed from MS Tunis, Dā r al-kutub al-waṭ aniyya, 7116', Ptolemaeus Arabus et Latinus, URL = http://ptolemaeus.badw.de /ms/669/971/transcription/1
- Sabra, Abdelhamid (1978), 'An Eleventh-Century Refutation of Ptolemy's Planetary Theory', *Studia Copernicana*, 16, 117-31.
- Saliba, G. (1996), 'Arabic planetary theories after the eleventh century AD', in Roshdi Rashed (ed.), *Encyclopedia of the History of Arabic Science* (1; London: Routledge), 59-128.
- Saliba, G. (ed.), (1990), *The Astronomical Work of Mu'ayyad al-Dī n al-ʿ Urḍ ī : A Thirteenth-Century Reform of Ptolemaic Astronomy. Kitā b al-Haya'ah* (Beirut: Center for Arab Unity Studies).
- Shī rā zī , Quṭ b al-Dī n [manuscript]. *Nihā yat al-Idrā k fī Dirā yat al-Aflā k*. Köprülü Library: MS 956 (in Arabic).
- Toomer (ed.), (1984), *Ptolemy's Almagest* (New York: Springer-Verlag).