

## **When did Celestial Orbs become Hard?**

### **An overview of the history of the concept Orb in the Islamic Civilization**

**Mohammad Mahdi Sadrforati\***

**Amir Mohammad Gamini\*\***

#### **Abstract**

This paper investigates the evolution of the concept orb in order to give a rational explanation for the concept's introduction and dissolution. This concept, we will argue, was initially introduced in the Greek culture, while suffering from some conceptual ambiguities. In particular, two geometrical and physical understandings were associated with the concept and they were indistinguishable among different passages. For Ptolemy, the concept of orb had both geometrical and physical realizations in different treatises. But such conceptual ambiguity was gradually eliminated in the Islamic age of science. We believe that this concept articulation was initiated from the early tenth century by the works of Ibn al-Haytham and Al-Bīrūnī and by the end of the thirteenth century ultimately the concept was used with its highest clarity. We will enumerate some key conceptual characteristics of the concept in this period in order to show how these components marked the beginning of its dissolution in the sixteenth century. In particular, Tycho Brahe and his fellow astronomers in the sixteenth century decided to abandon the concept for some

\* Postdoctoral researcher, University of Tehran (Corresponding Author), mahdi.foraty@gmail.com

\*\* Assistant Professor, Institute of History of Science, University of Tehran, amirgamini@ut.ac.ir

Date received: 06/09/2021, Date of acceptance: 03/12/2021



Copyright © 2018, This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

contradictions between these conceptual components and their own empirical observations.

**Keywords:** Celestial orb, Concept, Conceptual change, Islamic age of Science, Concept abandonment, Hardness of orbs.

## افلاک از کی صلب شدند؟

### نگاهی به تاریخ تحول مفهوم فلک در تمدن اسلامی

محمد مهدی صدرفراتی\*

امیرمحمد گمینی\*\*

#### چکیده

در این مقاله به دنبال بررسی سیر تحول مفهوم «فلک» و ارائه روایتی معقول از چرایی حذف آن در تاریخ نجوم هستیم. نشان خواهیم داد که مفهوم فلک در دوره یونان باستان از ابهامی مفهومی رنج می‌برد. این ابهام به طور ویژه در دو رویکرد هندسی و فیزیکی به این مفهوم بازتاب پیدا می‌کند. مفهوم «فلک» در آثار منجمان بزرگ یونانی همچون بطلمیوس در برخی مواضع با رویکرد هندسی و در برخی دیگر با رویکرد فیزیکی استفاده شده است. این ابهام در علم تمدن اسلامی اندک‌اندک زایل شد. ما معتقدیم تدقیق مفهوم «فلک» حدوداً از قرن پنجم هجری و با آثار ابن هیثم و ابوریحان بیرونی آغاز شد و در مکتب مراغه در قرن هشتم هجری به اوج بلوغ خود رسید. مفهوم بالغ شده فلک، حول چند مولفه مفهومی اصلی مورد توافق دانشمندان بود و با دقت بالایی مورد استفاده قرار می‌گرفت. یکی از این مقومات مفهومی مورد توافق، صلب بودن افلاک است و دقیقاً همین مولفه در تعارض با برخی از مشاهدات منجمان قرن شانزدهم اروپا قرار گرفت. در نهایت تیکو براهه و دیگر دانشمندان قرن شانزدهم به این نتیجه رسیدند که مفهوم «فلک» انعطاف لازم برای اصلاح و استفاده مجدد در نظریات جدید را ندارد و طرد آن نسبت به حفظ آن مقرون به صرفه‌تر است.

\* پژوهش‌گر پسادکتری، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)، mahdi.foraty@gmail.com

\*\* استادیار پژوهشکده تاریخ علم، دانشگاه تهران، amirgami@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۲



Copyright © 2018, This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and Adapt the material for any purpose.

**کلیدواژه‌ها:** فلک، مفهوم، تغییرات مفهومی، علم در تمدن اسلامی، طرد مفهوم، صلبیت افلاک.

## ۱. مقدمه

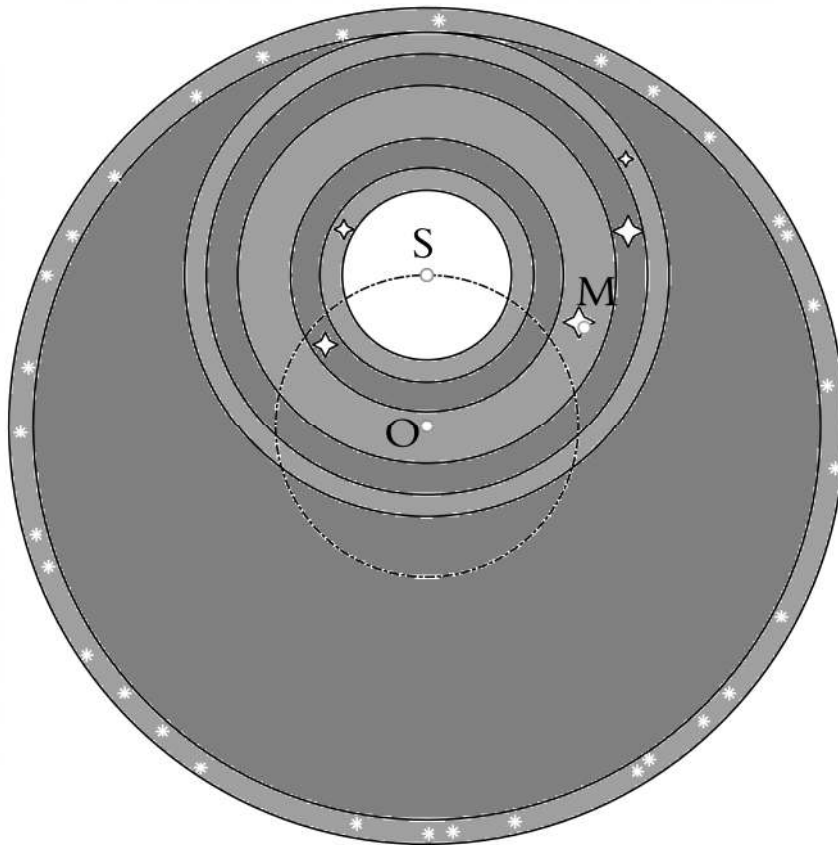
مفهوم «فلک» بیش از دو هزار سال یکی از مفاهیم کلیدی در نجوم قدیم بود. در یک تعریف ساده و اجمالی، افلاک پوسته‌های ضخیمی در نظر گرفته می‌شدند که مانند لایه‌های پیاز حول زمین قرار بودند و با حرکت خود سیارات را دور زمین می‌چرخاندند. اما این مفهوم کلیدی مانند برخی دیگر از مفاهیم اساسی علم به مرور زمان از زبان دانشمندان حذف شد. لری لاودن (Larry Laudan) مفهوم «فلک» را در کنار مفاهیمی چون فلورزیستون و کلریک در زمره مفاهیم مهمی می‌داند که با وجود موفقیت‌های طولانی به دلیل «عدم ارجاع» به چیزی در جهان خارج، حذف شدند (Laudan 1981, p. 33). حذف شدن یک مفهوم علمی از زبان دانشمندان هم نیازمند جایگزین است و هم جامعه دانشمندان باید به این توافق برسند که آن را حذف کنند، در غیر این صورت دانشمندان قادرند با تغییراتی اساسی در معنا و مرجع مفهوم، آن را حفظ کنند. به عنوان مثال تغییرات مفهومی هردو مفهوم «اتم» و «فلک» در طول حیات خود به قدری زیاد است که گاهی فهم اولیه از آن‌ها با فهم نهایی متعارض است.<sup>۱</sup> مثلاً مفهوم «اتم» که در تعریف اولیه نزد یونانیان «جزء تفکیک‌ناپذیر اشیاء» بود، امروزه به عنوان جزئی قابل تفکیک شناخته می‌شود و این بخش از معنای آن به راحتی حذف شده و با توصیفات دیگر جایگزین شده است. اما در خصوص «فلک» چنین اتفاقی نیفتاده است. برخی از مهمترین مورخان نجوم معتقدند در قرن شانزدهم میلادی وقتی تیکو براهه (Tycho Brahe (1546-1601)) و حلقه منجمان اطراف او مشاهدات خود را با چند عنصر مقوم مفهومی «فلک» در تعارض دیدند، آن را کنار گذاشتند (Donahue 1981; Grant 1987). در واقع مفهوم «فلک» برخلاف مفاهیمی چون «اتم»، «ژن»، «جرم» و «سیاره» انعطاف لازم برای تحمل تغییرات مفهومی را نداشت و دانشمندان در یک بحران معنایی به راحتی آن را کنار گذاشتند.

متأسفانه تاریخ علم در روایت حیات مفهوم «فلک» دچار نوعی عدم تقارن است. بخش زیادی از ادبیات این حوزه معطوف به بحثی است که پیر دوئم (Pierre Duhem (1861-1916)) بر سر واقع‌گرایی/بزارگرایی مفاهیم علمی در یونان باستان آغاز کرد. دوئم ادعا می‌کند که بیشتر منجمان یونانی از جمله جمینوس (Geminus of Rhodes (~10-70))

(BCD)، بطلمیوس (Claudius Ptolemy (~100-170 AD) و پروکلس (-412 Proclus Lycius (185 AD) تلاش داشتند که «پدیدارها را حفظ کنند» ( / To Save the phenomena appearances) (Duhem 1954). یعنی نگاهی واقع‌گرایانه به مفاهیم و نظریات خود نداشتند و صرفاً خواهان ارائه مدلی ریاضی/هندسی برای پیش‌بینی، مدل‌سازی و به‌نظم‌درآوردن ریاضی حرکت و مکان اجرام آسمانی بودند. این ادعای کلان و تاحدودی ناپخته عکس‌العمل دیگر مورخان را برانگیخت. به طور ویژه جفری لوید (-1933 Geoffrey Lloyd) در مقاله مفصل خود توضیح می‌دهد که ادعای دوئم مبتنی بر اشتباهات فاحشی از جمله اشتباه در ترجمه، عدم فهم صحیح متون و نادیده گرفتن بخش مهمی از اسناد تاریخی است (Lloyd 1978). این بحث تا میانه قرن بیستم با حرارت زیاد و از آن پس به عنوان یک سوژه استاندارد در بحث تاریخ علم مورد ارجاع قرار می‌گرفت (Sambursky 1962; Gardner 1983; Ragep 1990).

بخش دیگری از تمرکز مورخان علم، به طور ویژه در نیمه دوم قرن بیستم، بر روی حذف مفهوم «فلک» از زبان علم در قرن شانزده بود. ادبیات غالب تاریخ علم ادعا می‌کند که مشاهدات نجومی تیکو براهه با یکی از مقومات مفهوم «فلک» در تعارض بود. لذا او پیشنهاد کرد این مفهوم را کنار بگذاریم. در واقع براهه در سال ۱۵۷۷ دنباله‌داری را رصد کرد که از فلک مریخ وارد شد به زمین نزدیک و نزدیک‌تر شد. براهه معتقد بود این مشاهده با عدم نفوذپذیری افلاک (سفتی آنها) در تعارض است، زیرا حرکت این دنباله‌دار مستلزم پاره کردن افلاک است. علاوه بر این او فاصله دقیق سیاره مریخ از زمین را در یک دوره چرخش کامل محاسبه کرد و ملاحظه کرد که این فاصله در برخی موارد به قدری زیاد می‌شود که مریخ از خورشید به زمین دورتر می‌شود و گاهی از خورشید به زمین نزدیک‌تر. بنابراین براهه نتیجه گرفت که افلاک وجود ندارند، زیرا اگر سیارات داخل افلاک خود بگردند هیچ‌گاه نمی‌توانند از سیاره بعدی دورتر شوند. در نظام نجومی تیکو براهه، سیارات به دور خورشید می‌گردند و خورشید به همراه سیارات به دور زمین گردش می‌کند. در این نظام مریخ گاهی از خورشید به زمین نزدیک‌تر و گاهی دورتر است. اگر در این نظام، افلاک مسئول چرخاندن سیارات باشند (شکل ۱)، زمین O داخل گوشته فلک مریخ M قرار می‌گیرد. به همین دلیل براهه اساساً وجود افلاک را منکر شد، زیرا اگر افلاک صلب سیارات را بچرخانند، گوشته فلک مریخ با زمین O تصادم خواهد داشت. البته براهه می‌توانست فلک مریخ را طوری فرض کند که زمین با آن تصادم نکند، ولی در

آن صورت باید میان فلک زهره تا فلک مریخ را خالی در نظر می‌گرفت و فلک را حفظ می‌کرد. اما در نهایت ترجیح داد به طور کلی از مفهوم فلک دست بشوید.



شکل ۱. نظام تیکو براهه در صورتی که افلاک سیارات را بگردند.

ویلیام دناهیو (William Donahue) نخستین بار در پایان‌نامه دکتری خود ادعا کرد تیکو براهه مفهوم «فلک» را به خاطر انکار مقوم مفهومی صلبیت طرد کرد (Donahue 1981). پس از او مورخان علم بسیاری با ارجاع مستقیم یا غیرمستقیم به او بر چنین ادعایی صحه گذاشتند یا به صورت دقیق‌تر به آن پرداختند. به عنوان مثال ادوارد گرنت (Edward Grant) ادعا می‌کند که تا پیش از براهه (با تمرکز بر قرون وسطای اروپایی) صلب بودن جزو مقومات مفهومی «فلک» نبود و این براهه بود که با تاکید ویژه بر روی این

ویژگی، مفهوم را طرد کرد (Grant 1987; 1994). دیگران نیز با کمی اصلاحات نشان می‌دهند که همین «مشکل مفهومی» (Problematic Conceptualization) باعث حذف مفهوم «فلک» از قاموس نجوم مدرن شد (Lerner 1996; Granada 2006). اصلاحات مورخان متاخر یا با ارجاع به ریشه‌های یونانی مفهوم است یا اینکه نشان می‌دهند ایده حذف مفهوم «فلک» به طور انحصاری از ذهن براهه بیرون نیامده است، بلکه برخی منجمان هم‌عصر او مانند کریستوف راثمن (Christoph Rothman (1560-1600) در القای این ایده به براهه موثر بوده‌اند (Rosen 1985; Lerner 1989).

از آنچه گفتیم به وضوح پیدا است که بخش زیادی از ادبیات تاریخ علم در مورد مفهوم «فلک» خلأیی حدوداً هزار ساله دارد. در واقع تاریخ علم یک بار تحت تاثیر دوئم و بار دیگر تحت تاثیر دانهیو و مورخان بعدی بر روی یونان و اروپا متمرکز شده است و دوره نجوم اسلامی در این بین را فراموش کرده است. این در حالی است که بدون شک نجوم یونانی در دوره اسلامی به دوره شکوفایی خود رسید و انتقال آن از یونان به اروپای قرن چهارده و پانزده از طریق منجمان مسلمان انجام گرفت. برخی مورخان نشان داده‌اند که آثار ابن هیثم به‌طور گسترده در اروپای قرون وسطا در دسترس بوده و از «شهرت فوق‌العاده‌ای» برخوردار بوده است (Hartner 1955, p. 124). هم‌چنین «[دین] منجمان آغاز دوره رنسانس به نوشته‌های ابن هیثم... فراتر از تردید است» (ibid). برخی دیگر نیز ادعا می‌کنند کپرنیک «مانند همه دیگر دانشمندان آن عصر مدل‌های سیاره‌ای را ... از طریق ترجمه کتاب فی هیئه العالم ابن هیثم درک کرده بود» (Swerdlow 1976, p. 108). دسترسی کپرنیک به آثار منجمان مکتب مراغه نیز بارها مورد بررسی و تایید مورخان قرار گرفته است. با این وجود بررسی ادبیات تاریخ علم حاکی از فقدان بزرگی در زمینه بررسی مفهوم «فلک» در دوره اسلامی است.

ما در این مقاله با تمرکز بر چگونگی شکل‌گیری مقومات مفهوم فلک در دوره اسلامی روایتی بهتر از چگونگی حذف این مفهوم در قرن شانزدهم میلادی ارائه خواهیم کرد. در واقع به نظر می‌رسد تاریخ نجوم اسلامی دوره شکوفایی و پویایی مفهوم «فلک» بوده است و در همین دوره است که مقومات مفهومی آن شکل گرفته و مسجل می‌شوند. بررسی دقیق این دوره به ما نشان می‌دهد که بر خلاف بیشتر مورخان متاخر، ویژگی صلب‌بودن از ذهن براهه یا هم‌عصران او تراوش نکرده، بلکه پیش‌تر دانشمندان

دوران اسلامی بارها بر آن تاکید کرده بودند. ما معتقدیم گرچه بررسی صحیح این مفهوم از دوره یونان آغاز می‌شود و به حذف آن در اروپای قرن شانزده می‌انجامد، اما دوره بلوغ آن و تعیین سرنوشت آن توسط منجمان دوران اسلامی رقم خورده است. از سوی دیگر این بررسی تاریخی زمینه‌ای را فراهم می‌کند تا به طور کلی درک بهتری از مدل حیات مفاهیم علمی داشته باشیم. ما معتقدیم مفاهیم علمی تنها زمانی طرد می‌شوند که به دوره اوج بلوغ خود برسند. برخلاف مفاهیم «اتم» یا «ژن» که بسیار انعطاف‌پذیر، خام و غیردقیق هستند و لذا می‌توانند پاسخگوی طیف وسیعی از نظریات و مشاهدات تجربی باشند، مفهوم «فلک» به میزانی از بلوغ تجربی/هندسی می‌رسد که به راحتی با نظریات و مشاهدات جدید سازگار نمی‌شود.

## ۲. ابهام مفهومی در یونان باستان

در این قسمت نگاهی به تاریخچه مفهوم فلک در یونان می‌اندازیم. گرچه استفاده از مفهوم «فلک» نزد اولین فیلسوفان یونانی همچون آناکسیمندر (قرن ششم پیش از میلاد) قابل ردیابی است، اما این استعمال شکلی بسیار کلی و ابتدایی داشت. به عنوان مثال آناکسیمندر معتقد بود هستی دایره‌ای یا کره‌ای شکل است و «به دور زمین هم‌چون انبوه شاخ و برگ به دور درخت» (“Bark round a tree”) ایجاد شده است. سپس این شکل کلی «پاره می‌شود و به اشکال دایره‌ای و حلقوی بسته تبدیل می‌شود» (Heath 1991, xxii). البته این نقل قول همانند برخی دیگر از قدیمی‌ترین نقل قول‌های یونانی با واسطه به دست ما رسیده است.<sup>۳</sup> اما همین اندازه کافی است که متوجه شویم سنت یونانی تا پیش از ارسطو به دنبال یافتن «چگونگی پیدایش جهان» بود (معصومی همدانی ۱۳۸۰، ص ۳۰). به همین خاطر اگر مثلاً آناکسیمندر معتقد است تمام هستی نسبت به یک نقطه (πάντων) فاصله‌ای برابر دارد و لذا شکلی کروی یا سهموی دارد، این درک در شکل بسیار ابتدایی مفهوم «فلک» قرار داشت و لزوماً به «توصیف کارکرد جهان» نمی‌پردازد. برخی از مورخان معتقدند گرچه این فهم‌ها به معنای شکل‌گیری اولین نسخه از مفهوم «فلک» است، اما لزوماً شکل کروی یا معنای محصلی را به دست نمی‌دهند (Furley 1987, p. 27-8). این فهم‌ها در بهترین حالت یک تصور کلی از شکل کروی یا منحنی هستی دارند که با هدفی کاملاً فیزیکی از درک هستی شکل گرفته‌اند.



فهم فیزیکی از مفهوم «فلک» با ارسطو (قرن چهارم پیش از میلاد) به اوج خود می‌رسد. او در کتاب در آسمان (*On the Heavens*) فهمی کاملاً ساختار یافته از «فلک» ارائه داد. در ساختار فلسفی ارسطو عنصر سازنده آسمان‌ها «چیزی مادی از سنخ متفاوتی نسبت به آنچه ما می‌شناسیم» است (Guthrie 1939). او این عنصر را با نام «عنصر پنجم» یا همان «اتر» (*aiθēr*) متفاوت از چهار عنصر زمینی (آب، خاک، هوا و آتش) تفکیک می‌کند. اتر یا اثير به طور یکنواخت دور مرکز هستی یعنی مرکز زمین می‌چرخد. او معتقد بود اتر «تغییرناپذیر» و «بسیط» است و حرکت یکنواخت چرخشی دارد. درباره ویژگی‌های فلسفه طبیعی ارسطو در بخش‌های بعد بیشتر سخن خواهیم گفت. اما در اینجا لازم است که دو شکل اولیه از فهم «فلک» را از یکدیگر تفکیک کنیم.

ارسطو از مفهوم «فلک» تلقی کاملاً فیزیک داشت، یعنی به صورت مطلق به دنبال تبیین کارکرد فیزیکی هستی بود و درصدد بود تا دینامیک جهان را از طریق روابط علی تبیین کند. حتی تصور هندسی از چگونگی حرکت افلاک نزد ارسطو نیز تحت تاثیر باورهای فلسفی و دینامیکی او بود. به عنوان مثال ارسطو معتقد بود آسمان و افلاک به‌طور بسیط متشکل از عنصر پنجم است و دقیقاً به خاطر همین جنس، حرکتی یکنواخت و مستدیر دارند (ارسطو ۱۳۷۹، مقاله دوم، بخش ۶، سطرهای 288a13-289a10). به‌همین شکل عدم سبکی یا سنگینی افلاک نیز برای ارسطو دلایلی فیزیکی و فلسفی دارند (معصومی‌همدانی ۱۳۸۰، ص ۳۱). در واقع درک فیزیکی مطلق از مفهوم «فلک» هیچ الزامات هندسی، ریاضی یا مشاهده‌تی ندارد. گرچه فیلسوفان ابتدایی یونانی بیش‌تر چنین تصویری داشتند، اما ارسطو درک خود را اندکی به سوی گرایش‌های هندسی سوق داد. در واقع او در کتاب مابعدالطبیعه (*Metaphysics*) خود به دو منجم یونانی یعنی اودوکسوس (Eudoxus of Cnidus) و کالیپوس (Callippus) (هر دو متعلق به قرن چهارم پیش از میلاد) اشاره می‌کند و تصویر فیزیکی خود را با تصویر هندسی و مشاهده‌تی آن‌ها تطبیق می‌دهد (Meta, book XII, section 8).

گرچه در این دوره نمی‌توان خط کاملاً واضحی بین تصور فیزیکی و هندسی از مفهوم «فلک» کشید، اما از آثار ارسطو به بعد می‌توان چنین تمیزی را قائل شد. در واقع درک مطلق هندسی از «فلک» بیشتر به دنبال ارائه نظام‌مند هندسه جهان است و سلسه علل در آن دخلی ندارند. درک مطلقاً هندسی از جهان (اگر وجود داشته باشد) فارغ از علل پدیده‌های

آسمانی درصدد پیش‌بینی و ارائه مدل‌های ریاضی/هندسی برای موقعیت اجرام آسمانی در زمان‌های مختلف است. این رویکرد هندسی/علمی (در مقابل فیزیک/فلسفی) غالباً با عنوان «حفظ پدیدارها» (Saving the Phenomena) شناخته می‌شود که پیر دوئم در ادبیات تاریخ و فلسفه علم رواج داد. حفظ پدیدارها رویکردی ابزارری به علم و مفاهیم علمی است که در بیان ما با درک هندسی از مفهوم «فلک» گره می‌خورد. نکته حائز اهمیت در این تفکیک آن است که حداقل برای منجمان و فلاسفه یونانی این دو فهم کاملاً با یکدیگر مخلوط است و مورخان تنها با تفکیک زمینه استفاده هر مفهوم می‌توانند این دو درک متفاوت را از یکدیگر متمایز کنند. اما آنچه برای ما در اینجا اهمیت دارد آن است که ابتدا درک فیزیکی توسط فلاسفه با هدف ارجاع به جهان خارج شکل گرفت و سپس درک هندسی غالباً توسط منجمان برای مدل‌سازی و پیش‌بینی به این درک اولیه افزوده شد.

مشهورترین استفاده از فهم هندسی «فلک» در کتاب مجسطی بطلمیوس یافت می‌شود. پیش از او فیلسوفان و منجمان یونانی کمابیش به فهم هندسی اشاره کرده بودند، مثلاً هیپارخوس (Hipparchus) (قرن دوم پیش از میلاد) برای مدل‌سازی حرکت ستارگان و سیارات از دوائر هندسی استفاده کرده بود و هیچ تعبیر فیزیکی بر آنها بار نکرده بود. اما مسلماً بطلمیوس از لحاظ دقت مشاهدات و مدل‌های هندسی و همچنین عمق تاثیرگذاری سرآمد منجمان یونانی محسوب می‌شود. خصوصاً اگر جنبه اجتماعی استعمال مفهوم را بپذیریم، یعنی بپذیریم که یک مفهوم تنها نزد یک نفر معنای محصلی ندارد و کاربرد آن در مکالمه و فهم عمومی اسباب ایجاد مفهوم است، عمق تاثیرگذاری درک هندسی بطلمیوس را متوجه می‌شویم. در کتاب مجسطی تقریباً هیچ اشاره‌ای به مصادیق واقعی مدل‌های نجومی در جهان خارج دیده نمی‌شود و اغلب کتاب به بحث‌های هندسی ریاضیاتی و مشاهدتی خلاصه شده است. همین امر سبب شده است که دوئم و هواداران متأخرش بحث بر سر واقع‌گرایی/ابزارگرایی مفاهیم نزد دانشمندان یونانی خصوصاً بطلمیوس را پی‌گیری کنند (Duhem 1954; Lloyd 1978; Gardner 1983; Ragep 1990).

به طور ویژه بطلمیوس در کتاب مجسطی توضیحی مشاهدتی از شکل‌گیری مفهوم «فلک» ارائه می‌کند. او توضیح می‌دهد که پیشینیان او (احتمالاً منظور او منجمان بابلی و یونانی پیشین است) مشاهده می‌کردند که ستاره‌ها «با اشکالی دایره‌ای از شرق به غرب» حرکت می‌کنند و پس از «یک دوره حرکت» (Period of Motion) از «یک نقطه ثابت

افلاک از کی صلب شدند؟ ... (محمد مهدی صدرفراتی و امیرمحمد گمینی) ۱۳۵

و واحد» در مرکز طلوع و غروب می‌کنند. بطلمیوس پس از ارائه این مقدمه مشاهدتی ادامه می‌دهد که این مشاهدات تجربی «آنها را به مفهوم فلک رهنمون شد». هم‌چنین آنچه سبب شد آنها برای آسمان شکل کروی و نه مثلاً خط راستی بی‌نهایت لحاظ کنند آن است که هر چه ستارگان به نقاط قطب نزدیک‌تر می‌شوند، دایره چرخش آنها کوچکتر می‌شود (Toomer 1984, H.11). علاوه بر این می‌دانیم که نزد بطلمیوس (به تبع از افلاطون) شکل دایره و کره اشکال کامل هندسی هستند و لذا بر دیگر اشکال مسطح و سه بعدی ترجیح داده می‌شدند.

گرچه کتاب مجسطی تقریباً خالی از اشاره‌های فیزیکی به افلاک است، اما هنوز مورخان بر سر استعمال این مفهوم نزد بطلمیوس به توافق نهایی نرسیده‌اند. از یک سو می‌دانیم شواهد صریح متنی بر فیزیکی نبودن درک بطلمیوس در مجسطی وجود دارد (Toomer 1984, H.216). علاوه بر این افلاک بطلمیوس به دور مرکز هستی با سرعت یک‌نواخت نمی‌چرخند (بلکه طوری می‌چرخند که مرکز افلاک تدویر را با سرعت زاویه‌ای یک‌نواخت به دور نقطه معدل‌المسیر بگردانند) و لذا از فهم ارسطویی افلاک فاصله می‌گیرد. اما از سوی دیگر با در نظر گرفتن رساله‌های بعدی بطلمیوس (خصوصاً رساله الاقتصاص که بعداً درباره آن بیشتر توضیح می‌دهیم) که صراحتاً به مجسم کردن افلاک اشاره می‌کند و هم‌چنین استفاده دیگر منجمان یونانی از فهم فیزیکی، متوجه نوعی ابهام در فهم عمومی از این مفهوم می‌شویم. گرچه شاید بتوان برای یک دانشمند یا یک فراز از متن یکی از دانشمندان یونانی به تفکیک مورد، درک‌های فیزیکی و هندسی را از هم تمییز داد، اما به نظر می‌رسد تا انتهای دوره یونان باستان یک درک واحد و مشخص از مفهوم «فلک» حاصل نشد. در واقع مطالعات کسانی که به سوی فلاسفه تمایل داشتند بیشتر رنگ و بوی فیزیکی به خود می‌گرفت و کسانی که تمایلات تجربی داشتند به سوی استفاده هندسی از مفهوم «فلک» کشیده می‌شدند. بطلمیوس به عنوان چهره شاخص این عرصه، هم در کاربرد هندسی (مجسطی) و هم فیزیکی (رساله الاقتصاص) به کمال رسیده بود.

### ۳. تدقیق مفهومی در نجوم دوران اسلامی

شکی در این نیست که منجمان دوره اسلامی به طور جدی تحت تأثیر ارسطو و به‌طور خاص بطلمیوس بودند. آنها اغلب اصول فلسفی خود را به طور مستقیم یا

غیرمستقیم از ارسطو اخذ کرده بودند و مبانی مشاهدتی و هندسی خود را مدیون بطلمیوس بودند. با این وجود همان طور که توضیح دادیم فهم خود بطلمیوس از مفاهیم کلیدی نجوم نیز دچار تلاطمی جدی بود. در حالی که رویکرد غالب مجسطی ابزار گرایانه بود و مفهوم «فلک» به دوائر هندسی ارجاع می‌داد، رساله الاقتصاص صراحتاً به مصادیق خارجی مفاهیم و مدل‌های نجومی اشاره می‌کرد. او در ابتدای رساله الاقتصاص صراحتاً به «وضع حقیقی» مدل‌های نجومی و «ظهور صناعت» در ساخت مدل‌های نجومی اشاره می‌کند و این رساله را در ادامه «مذهب مجسطی» تلقی می‌کند (Goldstein 1967, p. 13). این در حالی است که او هنوز نسبت به مشاهدات تجربی و مدل‌های هندسی خود متعهد است. مورشل اشاره می‌کند که مقصود بطلمیوس ارائه «روش‌های مکانیکی» برای ساخت مدل‌های نجومی توسط «سازندگان صنایع» بوده است (Murschel 1995, p. 33). اگر در مجسطی تردید بود که آیا افلاک دایره‌های دو بعدی یا کره‌های سه بعدی هستند، در الاقتصاص شکی نیست که افلاک کروی، واقعی هستند. البته این امکان وجود داشت که افلاک را به صورت کروی، یا به صورت منشور تصور کرد و اتفاقاً به همین دلیل است که اعراب به رساله الاقتصاص بطلمیوس المنشورات نیز می‌گفتند. اما در هر دو صورت، شکی نیست که بطلمیوس در رساله متاخر خود تصویری سه بعدی و مکانیکی از افلاک ارائه می‌کند.

گرچه منجمان دوران اسلامی تا چند قرن اول تمدن اسلامی (اول تا سوم هجری قمری) به شدت تحت تاثیر مجسطی بودند، اما امروز می‌دانیم که برخی از مهم‌ترین دانشمندان قرون چهارم به بعد الاقتصاص را دیده و تحت تاثیر فهم فیزیکی بطلمیوس از مفاهیم نجومی بودند. البته معصومی همدانی معتقد است اشاره به محاسبه رویت اهله ماه که تنها در الاقتصاص آمده است در آثار ثابت ابن قره (قرن سوم هجری) نشان می‌دهد که او نیز از این رساله مطلع بوده است. همچنین ثابت در کتاب تسهیل المجسطی مفهوم «فلک» را به معنای فیزیکی آن به کار برده است که به نظر معصومی همدانی نشانگر تاثیر پذیری او از الاقتصاص است (معصومی همدانی ۱۳۸۳، ص ۲۶۱). اما آنچه برای ما مهم است آن که از قرن چهارم به بعد که با رشد چشمگیر نجوم در تمدن اسلامی روبرو هستیم، مفهوم «فلک» نیز به شکل فیزیکی آن که در الاقتصاص نیز آمده بود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیرونی هم در تحقیق ماللهند و هم در التفهیم به رساله متاخر بطلمیوس اشاره می‌کند. او در تحقیق ماللهند ذیل بحث درباره یکی از نظریات نجومی هندیان، آن را «برخلاف پایه... بطلمیوس...

در المنشورات» می‌داند (همان). ابن هیثم (قرن چهارم) نیز در الشکوک علی بطلمیوس به‌طور مستقیم الاقتصاص را هدف انتقادات خود قرار می‌دهد (همان).

همین امر سبب می‌شود که مفهوم فلک نزد منجمان دوره اسلامی با دقت بیشتری استفاده شود. آنها به تبع از رساله الاقتصاص، فلک را جسمی اثیری و بدون انفعال و مستدیر تلقی می‌کردند که اطراف سیارات وجود خارجی دارد، اما هندسه حرکت آنها را به علمی دیگر (علم نجوم یا هندسه) و به قیاس‌های تعلیمی (ریاضی) موکول می‌کردند (قلندری ۱۳۹۰، ص ۷۸). در واقع همان‌طور که بطلمیوس در رساله الاقتصاص مسائل هندسی را به مجسطی ارجاع می‌دهد، مسلمانان نیز مساله را در دو ساحت مختلف هندسی و فیزیکی بررسی می‌کردند. به عنوان مثال ابن سینا پس از طرح فیزیکی بودن جرم آسمان و ویژگی‌های طبیعی‌اش، وقتی به تعداد افلاک و چگونگی حرکت آنها می‌رسد می‌نویسد «این امر تنها به طریقی است که در علمی که پس از این علم خواهد آمد بیان خواهد شد» (ابن سینا ۱۴۰۵، ص ۳۷). همچنین اشاره‌های دیگری که در کتب مختلف ابن سینا از جمله «السماء و العالم» آمده است، قلندری را به این نتیجه می‌رساند که «بی‌شک منظور ابن سینا نیز مانند ارسطو از آن علم دیگر، دانش نجوم است» (قلندری ۱۳۹۰). لذا به خوبی قابل مشاهده است که متفکران دوره اسلامی در کنار برداشت فیزیکی از افلاک، برداشت هندسی از آن را به خوبی قابل تفکیک و بررسی می‌دانستند، به طوری که «در مقدمه ریاضی فلک به عنوان شکل هندسی به صورت کلی تعریف می‌شود، اما در مقدمات طبیعی، فلک به عنوان محمل حرکت اجرام آسمانی تعریف می‌شود» (قلندری ۱۳۹۰، ص ۸۷). اما هنوز چند قرنی زمان لازم است تا مفهوم فلک از این لحاظ به پختگی کامل خود برسد.

اگر از آثار جسته گریخته و کمتر شناخته شده نجومی در قرون ابتدایی هجری قمری گذر کنیم، ابن هیثم احتمالاً اولین کسی است که تعابیر فیزیکی از مدل‌های نجومی را درمقایسه با مدل‌های هندسی قرار می‌دهد. ابن هیثم انگشت نقد خود را دقیقاً بر روی تعارض‌های موجود بین مجسطی و الاقتصاص (یعنی تبیین هندسی و فیزیکی) می‌گذارد. به‌عنوان مثال یکی از موارد ناهمخوانی این دو قرائت، نابرابر بودن تعداد حرکات و تعداد افلاک در مدل‌های این دو رساله است. قلندری نشان می‌دهد که در مجسطی تعداد ۳۶ حرکت داریم (لذا با این حساب باید ۳۶ فلک جدا برای آنها در نظر گرفت)، اما در الاقتصاص این تعداد به ۲۶ فلک مجزا می‌رسد (قلندری ۱۳۹۰، ص ۷۸). رشدی راشد

(Roshdi Rashed) معتقد است انتقادات ابن هیثم ناظر به «عدم تطابق بین نظریه ریاضیاتی سیارات و کیهان‌شناسی [فیزیکی] است» (Rashed 2014, p. 14). در واقع ابن هیثم متوجه این خلاء مفهومی بین دو رساله بطلمیوس می‌شود و لذا با جانبداری از جنبه فیزیکی، نظریات ابزارگرایانه بطلمیوس را نقد می‌کند، زیرا نمی‌توان آنها را فیزیکی دانست. او انتقادات خود بر بطلمیوس را این گونه جمع‌بندی می‌کند «برای حرکات ستارگان هیأت‌هایی واقعی و صحیح و عمومی هست که هیچ‌گونه محال یا تناقضی در آنها راه نمی‌یابد» (نک: معصومی همدانی ۱۳۸۳). در کتاب دیگر ابن هیثم که از لحاظ اهمیت جزو مهمترین آثار ابن هیثم است، در تعریف افلاک آمده است «هی اجسام کرویۀ متماسۀ یحیط احدها بالذی یلیه» (ابن هیثم ۱۹۹۰، ص ۱۱).

اما با وجود تصریحات ابن هیثم بر جنبه‌های فیزیکی مدل‌ها و مفاهیم نجومی هم‌چنان نوعی اضطراب بین هندسه و فیزیک در آثار او دیده می‌شود. راشد گزارش می‌دهد که این اضطراب در بحث نورشناسی نیز در آثار او وجود دارد. در واقع ابن هیثم ابتدا نور را به صورت فیزیکی با «ریزترین جزء نور» تعریف می‌کند، اما در ادامه بدون اشاره به جزئیات مسائل فیزیکی به طور مطلق به مسائل هندسی می‌پردازد. در انتهای بحث مجدداً به فیزیک باز می‌گردد و نتایج خود را بر ماده نیز صادق می‌داند. این اضطراب در بین آثار مختلف او خصوصاً در تعابیر فیزیکی از مفاهیم نجومی نیز دیده می‌شود (Rashed 2014, p. 15). لذا می‌توان گفت گرچه ابن هیثم سرآغاز تدقیق مفهوم «فلک» محسوب می‌شود اما هنوز ابهامات به جا مانده از نجوم یونانی را با خود به دوش می‌کشد.

اما ابوریحان بیرونی که با ابن هیثم معاصر است و تنها چند سال از او بزرگتر است، گام مهم‌تری در تدقیق مفهوم «فلک» بر می‌دارد. در بین آثار او تدقیق‌های مفهومی جالبی وجود دارد که ما پیش از او در آثار هیچ دانشمند دیگری نیافتیم. او در قانون مسعودی ذیل عنوان «دایره‌های آسمانی و توصیف ویژگی‌هایشان در تعریف کاربرد» (الدوائر السماویة و صفه القابها للتعریف فی الاستعمال) می‌نویسد: «دایره و فلک دو اسم هستند که ممکن است در یک جایگاه ثابت استفاده شوند و لذا قابلیت جانشینی دارند، اما فلک به طور خاص بر کره اطلاق می‌شود، خصوصاً اگر تحرک‌بخش باشد»<sup>۴</sup> (بیرونی ۱۹۵۴، ص ۵۴). ابتدا لازم است به عنوان دقیق‌تری که بیرونی برای نوشته خود انتخاب کرده است، دقت کنیم. او بر خود لازم دید تعاریفی کاربردی از مفاهیم کلیدی

نجوم ارائه کند. این یعنی آغاز پروژه تدقیق مفهومی که در آن مفاهیم علمی صیقل داده شده و از لحاظ معنایی و ارجاعی دقیق‌تر می‌شوند. نکته دوم تفاوتی است که او بین کره و فلک قائل می‌شود. او می‌داند که ادبیات قالب علمی بین این دو اصطلاح تفکیک چندانی قائل نیست یا حداقل قابلیت جانشینی دارند (که این ابهام مفهومی میراث علم یونانی است). اما ادعا می‌کند که باید به صورت آگاهانه فلک را به جسمی کروی اطلاق کرد که قابلیت علی در تحرک سیارات دارد. این توجه مفهومی، بسیار دقیق و مهم است چرا که پیش‌تر توضیح دادیم که دایره‌های بظلمیوس در مجسطی رویکرد هندسی داشتند ولی کره‌ها یا منشورهای او در الاقتصاص تعبیر فیزیکی و واقعی پیدا کردند. این دو رویکرد به دو درک متفاوت از مفهوم «فلک» می‌رسیدند که یکی ریشه در نگاه فلسفی و دیگری ریشه در نگاه هندسی و ابزارگرایانه به علم داشت. لذا باید تمایزی جدی بین این دو در نظر گرفت تا بتوان از یک مفهوم خاص با دقت بیشتری استفاده کرد.<sup>۵</sup>

بیرونی در مواضع دیگر نیز نسبت به پذیرش بی چون و چرای مبانی فلسفه طبیعی ارسطو مقاومت می‌کرد. برخی مورخان گزارش می‌دهند که بیرونی داشتن خلاء بعد از آخرین فلک را مجاز دانسته است، حال آنکه این امر مخالفت صریح با اصل عدم وجود خلاء نزد ارسطو است (Hullmeine 2019, p. 130). این رویکرد غیرارسطویی به علم در مجموعه نامه‌هایی که بین بیرونی و ابن‌سینا رد و بدل شده (الاسئله والاجوبه)، بیش از هر جای دیگری نمایان است. ابوریحان بیرونی با طرح هجده سوال از فلسفه طبیعی رایج (ارسطویی) ابن‌سینا را در مقام حامی برجسته این فلسفه به چالش می‌کشد. پاسخ‌های ابن‌سینا در بیشتر موارد مورد پسند بیرونی واقع نمی‌شود و این نامه‌نگاری را شاگرد ابن‌سینا ادامه می‌دهد. از جمله اشکالات بیرونی این است که چرا افلاک مطابق فلسفه ارسطویی «سبکی و سنگینی» ندارند؟ (نصر ۲۰۱۰، ص ۷۳). در چالش دیگری (سوال سوم از هجدهم) بیرونی درباره دلایل نظری داشتن تنها شش بُعد در فضا سوال می‌کند. با کمی تدقیق روی همین سوال، بیرونی به مساله ابعاد در اجسام کروی و سپس ابعاد افلاک می‌رسد.<sup>۶</sup> پاسخ ابن‌سینا مطابق چیزی است که از کتاب سماع طبیعی از ارسطو آموخته است و چیزی به سوال بیرونی نمی‌افزاید. اما آنچه مهم است آن که سوال بیرونی، ابن‌سینا را نیز به دقت در به کارگیری از مفهوم فلک متوجه می‌کند. ابن‌سینا به تبع از بیرونی صراحتاً از افلاک به اشیای کروی یاد و بر جسمانی بودن آنها تاکید می‌کند. پاسخ ابن‌سینا به سوال بیرونی این است که چون افلاک طول و عرض و عمق دارند و هر یک از این ابعاد

دو نهایت دارند، لذا شش جهت را می‌توان برای افلاک تصور کرد (همان، ص ۸۷). آنچه در این جا برای ما اهمیت دارد سوال بیرونی یا پاسخ ابن‌سینا نیست، بلکه این است که چگونه تدقیق مفهومی نزد بیرونی در یک شبکه علمی بین دیگر دانشمندان عصر نیز سرایت می‌کند. در واقع با چند رفت و آمد علمی (تعامل علمی) گروهی از دانشمندان دیگران را مجبور می‌کنند که از ابهام مفهومی خودداری کنند و به درک دقیق‌تری از مفهوم برسند.

#### ۴. تثبیت جایگاه یک مفهوم دقیق

ابن‌هیثم و بیرونی دو چهره شاخص از جریانی کلان در نجوم تمدن اسلامی هستند. این جریان با عنوان «هیئت» شناخته می‌شد و به دست دانشمندانی چون خواجه نصیرالدین طوسی، مویدالدین عرضی، قطب‌الدین شیرازی و دیگران ادامه یافت. این رشته علمی در کنار دیگر شقوق نجوم اسلامی مانند زیج‌نویسی یا طالع‌بینی برجسته شد و از محبوبیت بسیاری در جامعه علمی برخوردار شد. هیئت‌دانان مفاهیم اولیه نجومی را از متقدمان به امانت گرفتند و بر اساس ملاحظات تجربی و نظری اصلاحاتی در آن انجام دادند. گرچه همه این دانشمندان به نوعی به پایگاه فلسفه طبیعی ارسطو متصل بودند، اما به فراخور نیاز برخی از اصول ارسطویی را کنار می‌گذاشتند. در واقع گرچه هنوز فلسفه طبیعی ارسطویی نزد منجمان مسلمان معتبر بود و در مقدمه آثار خود نمایه‌ای از این اصول را ارائه می‌کردند، اما اگر مدل‌ها یا رصدهایشان اقتضا می‌کرد از تغییر یا کنار گذاشتن این اصول ابایی نداشتند.<sup>۷</sup> به عنوان مثال اغلب منجمان مسلمان به تبع از بطلمیوس ابایی نداشتند که مرکز حرکت افلاک حامل را نقطه‌ای خارج از مرکز کره عالم در نظر بگیرند.

علی‌رغم تمام اصلاحات مهمی که دانشمندان مسلمان در مفاهیم و نظریات خود اعمال می‌کردند، اما هنوز به طور کلی علم نزد مسلمانان بر پایه‌های فلسفه طبیعی ارسطویی بنا می‌شد. یکی از مهمترین مبانی که دانشمندان مسلمان از ارسطو به ارث برده بودند، تعبیر فیزیکی (فلسفی) از مفاهیم و مدل‌های علمی بود. به طور ویژه نجوم اسلامی، مفهوم «فلک» یا مدل‌های سیاره‌ای را تعبیری واقعی از جهان خارجی تلقی می‌کردند.<sup>۸</sup> اما این مفهوم دیگر مانند ارسطو یا بطلمیوس دچار ابهام یا خلط دو درک متفاوت نبود. در واقع توافقی ضمنی



بین دانشمندان وجود داشت که «فلک» جسمی واقعی است که تأثیری علی بر جهان می‌گذارد و در عین حال با مدل‌های هندسی و مشاهدات تجربی می‌توان به صورت‌بندی دقیق‌تری از این مفهوم و مدل‌های نجومی رسید. قلندری گزارش می‌کند که در رسائل دانشمندان مسلمان تعریف «فلک» گاهی «بر پایه ویژگی‌های طبیعی» و گاهی «به صورت هندسی» آمده است. او برای نمونه تعریف هندسی به جرجانی اشاره می‌کند که می‌نویسد «جسم کروی که دو سطح خارجی و داخلی... که موازی یکدیگرند و یک مرکز دارند...» (به نقل از قلندری ۱۳۹۰، ص ۸۰). این گزارش گرچه صحیح است، اما باید توجه کرد که در تعریف جرجانی نیز فیزیکی و واقعی بودن افلاک به صراحت ذکر شده است و در واقع تردیدی در درک فیزیکی از افلاک وجود ندارد. بلکه بهتر است بگوییم دانشمندان مسلمان دو درک تفکیک‌شده از افلاک داشتند: گاهی اوقات بر اساس نیاز خود به رویکرد فیزیکی ارجاع می‌دادند و گاهی به رویکرد هندسی. به عقیده ما، در این جا بود که مفهوم «فلک» به دوره بلوغ خود رسید. منظورمان از دوره بلوغ زمانی است که یک مفهوم به اوج دقت نظری و تجربی می‌رسد، یعنی اجزای معنایی آن به قدر کافی دقیق شده‌اند و دانشمندان می‌توانند با کاربرد آن مفهوم در یک نظریه علمی و با استفاده از مشاهدات تجربی به مقایسه یا ابطال نظریات رقیب بپردازند. در اینجا است که دانشمندان می‌توانند درباره توانایی‌ها و کاستی‌های یک مفهوم در ساختار زبان علم نظر دهند و در صورت لزوم دست به حذف و اضافه مفهومی بزنند. اجازه دهید برخی از مقومات مفهوم «فلک» در دوره اسلامی که مورد توافق اکثر نویسندگان آثار هیئت بود فهرست کنیم. خواهیم دید که در اغلب این موارد ریشه‌های مفهومی برگرفته از فلسفه ارسطو است اما به اقتضای نظریات و مشاهدات جدید اصلاحاتی در آنها صورت گرفته است.

#### ۱.۴ حرکت طبیعی افلاک

همان طور که گفته شد، ارسطو در کتاب در آسمان معتقد بود حرکت طبیعی دو عنصر خاک و آب به سوی پایین (مرکز هستی) و حرکت هوا و آتش به سوی بالا است. عنصر پنجم که اتر نام دارد و ماده سازنده افلاک است، به طور طبیعی حرکت چرخشی دارد (On the Heavens I, 2, 268b, 27-29, Trans. Guthrie 1939). اما در جای

دیگری ارسطو می‌افزاید که اجرام آسمانی صاحب «حیات و عمل» هستند و لذا حرکت آن‌ها مانند تمام موجودات زنده بر اساس اراده آزاد است. برخی از فیلسوفان معتقدند همین اختلاف معنایی به مفسران ارسطویی اجازه انعطاف مفهومی داده است (Wolfson 1962, p. 72-5). به بیان دیگر آنها مختارند افلاک را دارای حرکت طبیعی یا حرکت ارادی بدانند و در هر دو حالت پیرو فلسفه ارسطویی باشند. در بین مسلمانان ابن سینا نظر دوم را اختیار کرده است، یعنی به هر فلک روحی متمایز را اختصاص داده است و حرکت آنها را ارادی تعبیر می‌کند (ابن سینا ۱۳۷۹، ص ۶۱۷). قطب‌الدین شیرازی نیز با تأیید ارادی بودن حرکت چرخشی افلاک، می‌افزاید که افلاک نمی‌توانند حرکت قسری داشته باشند (شیرازی ۱۳۸۵، ص ۶۷۵).

#### ۲.۴ حرکت یکنواخت افلاک

ارسطو در این نکته صراحت دارد که هر فلک در حرکتی دایره‌ای و یکنواخت بدون «شتاب»، «انحراف» و «حرکت غیرعادی» حرکت می‌کند (On the Heavens II, 6, Trans. Guthrie 1939). این مبنای فلسفی مشکلات زیادی برای منجمان ایجاد می‌کند، چراکه مشاهدات حاکی از آن است که سیارات در دایره‌هایی با سرعت یکنواخت به دور زمین حرکت نمی‌کنند. بطلمیوس برای تبیین و مدلل کردن حرکات سیارات از افلاک تدویر و حامل استفاده می‌کرد که مرکز آنها با مرکز هستی فاصله داشت، گرچه ارسطو رویکردی فلسفی به این مساله داشت و حرکات همه افلاک را یکنواخت و به دور مرکز هستی می‌دانست. علاوه بر این بطلمیوس برای تبیین دقیق موقعیت سیارات مجبور شد فرض کند نه تنها مرکز افلاک حامل خارج از مرکز هستی است، بلکه سرعت زاویه‌ای چرخش آن‌ها به دور مراکز خود نیست، بلکه طوری می‌چرخند که مرکز تدویر را نسبت به نقطه‌ای غیر از مرکز حامل و مرکز هستی با سرعت زاویه‌ای یکنواخت بگردانند که به این نقطه معدل المسیر گفته می‌شد. بنابراین مدل‌های بطلمیوسی اگر به صورت فیزیکی فرض می‌شدند، از همان ابتدا با اصول فلسفه طبیعی ارسطو تعارض داشتند.

ابن هیثم و سپس منجمان مکتب مراغه به این تعارض اعتراض کردند، ولی فقط به سرعت نایکنواخت افلاک حامل به دور مراکز خودشان معترض بودند، و عدم تطابق مراکز این افلاک را بر مرکز عالم محل اشکال نمی‌دیدند. ابن هیثم در کتاب فی هیثه العالم چنین

افلاک از کی صلب شدند؟ ... (محمد مهدی صدرفراتی و امیرمحمد گمینی) ۱۴۳

اشکالی را بر کتاب الاقتصاد بطلمیوس روا می‌دارد، ولی راه حلی برای آن ارائه نمی‌کند (ابن هیثم ۱۹۹۰، ص ۲۴). اما منجمان مراغه مدل‌های بسیار دقیقی طراحی کردند که امروز با عنوان «مدل‌های غیربطلمیوسی» شناخته می‌شوند. در واقع باید گفت یکنواخت بودن حرکت افلاک یک مفهوم مفهومی بسیار مهم نزد منجمان تمدن اسلامی بود به نحوی که هریک از آنها دیگری را نسبت به این موضوع نقد می‌کردند و معتقد بودند مدل خودشان توانسته است این یکنواختی را در عین هماهنگی با مشاهدات ایجاد کند. به عنوان مثال غیاث الدین منصور دشتکی منجم قرن دهم هجری در این رابطه می‌نویسد

یکنواختی حرکت حول مرکز عالم به جای مرکز خودش، از اشکالات دشوار این فن است و قدما در باب آن سخن محصلی نگفته‌اند و بنا بر نظر محقق طوسی با اصل [صغیره و] کبیره و بنا بر نظر صاحب تحفه [قطب‌الدین شیرازی] با اصل محیطه حل می‌شود. و من هم وجوه موجه دیگری دارم<sup>۹</sup> (دشتکی (نسخه خطی)، گ ۱۱۶، پ).

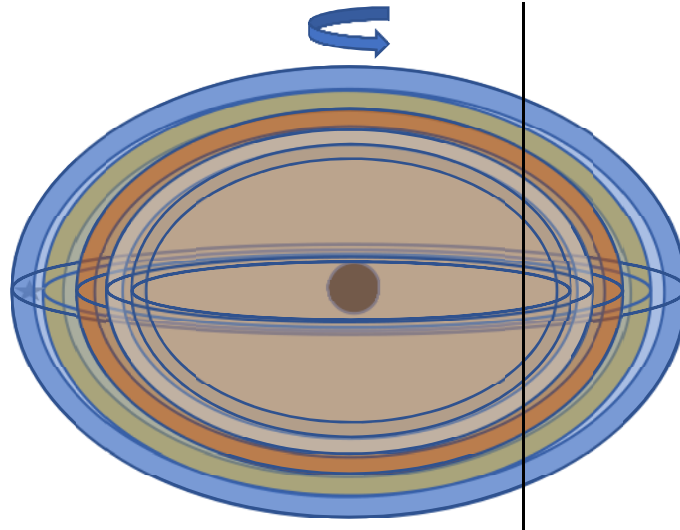
#### ۳.۴ مرکز افلاک

همان طور که ذکر شد نزد ارسطو مرکز چرخش افلاک همان مرکز هستی و مرکز کره زمین است. اما این فرض فلسفی مشکلات زیادی برای منجمان ایجاد می‌کرد. جالب است که بیشتر منجمان مکتب مراغه در مقدمه آثار خود این فرض فلسفی را بازگو می‌کردند اما در متن رساله خود با مطرح کردن افلاک تدویر و خارج مرکز به سادگی از آن تخطی می‌کردند (ابن هیثم ۱۹۹۰، ص ۱۰، طوسی ۱۹۹۳، ص ۱۰۱). تنها تعداد معدودی از منجمان به این تعارض فلسفه و نجوم التفات می‌کردند و برای رفع آن تلاش‌هایی نظری می‌کردند. به عنوان مثال قطب‌الدین شیرازی با توضیح این مطلب که افلاک دارای نفس هستند و حرکتشان مطابق ارادی است، معتقد بود که حرکت چرخشی آنها نه حول مرکز هستی که حول مرکز خودشان صورت می‌گیرد (شیرازی (نسخه خطی)، بند ۱۵).

#### ۴.۴ کروی بودن افلاک

شاید یکی از بدیهی‌ترین مقومات مفهومی «فلک» کروی بودن آن است. معمولاً گفته می‌شود چنین فرضی ناشی از فلسفه افلاطون یا فلاسفه پیش از بود که معتقد بودند دایره (و کره) شکل کامل هندسی هستند و نسب به اشکال دیگر مزیت‌های عقلی، ریاضی و زیبایی‌شناختی دارد. اما واقعیت آن است که کامل بودن کره هیچ‌گاه در میان استدلال‌های قائلان به کروی بودن افلاک مطرح نبوده، نه در مجسطی و نه در آثار فلسفی چنین استدلالی دیده نمی‌شود. از سوال و جواب بیرونی و ابن سینا درباره شکل افلاک می‌توان دریافت که کروی بودن افلاک در واقع ریشه در این فرض داشت که افلاک باید داخل هم بچرخند و اگر کروی نباشند، چنین حرکتی نمی‌توانند داشته باشند. بیرونی در رساله الاسئلة والاجوبة خطاب به ابن سینا، طبیعیات ارسطویی را نقد کرد و بر استدلال‌های ارسطویی در نفی خلأ، نفی اتم (= جزء لایتجزا) و شکل کروی افلاک خرده گرفت. ارسطو و پیرو او ابن سینا معتقد بودند که افلاک تودرتو به دو دلیل باید کروی باشند، اول اینکه شکل طبیعی اجسام بسیط (= غیر مرکب) کروی است و دوم اینکه اگر افلاک کروی نباشند، بین افلاک فضای خالی پیدا خواهد شد و اگر هر فلک با سرعتی متفاوت بگردد، افلاک به هم برخورد می‌کنند و متلاشی می‌شوند، اما بیرونی نه دلیل فلاسفه را برای کروی بودن افلاک قبول داشت و نه با دلیل دوم موافق بود. به عقیده بیرونی اگر افلاک به شکل بیضوی (شکل سه بعدی حاصل از دوران یک بیضی دور محور اطول) باشند و به دور محور اطول خود بگردند یا به شکل عدسی (شکل سه بعدی حاصل از دوران یک بیضی دور محور اقصر) باشند و به دور محور اقصر خود بگردند (شکل ۲)، چرخش افلاک تودرتو باعث ایجاد فضای خالی یا برخورد افلاک با هم نمی‌شود.

بیرونی در انتهای سؤال تصریح می‌کند که هنوز معتقد است افلاک کروی‌اند، ولی فقط می‌خواست نشان دهد دلایل ارسطو برای کروی بودن افلاک کافی نیست. وی نمی‌خواست نظام طبیعی جدیدی جایگزین طبیعیات ارسطویی کند، شاید بتوان هدف او را چنین دانست که ارتباط بین نجوم و طبیعیات و ابتدای اولی را بر دومی کنار بگذارد و نجوم را کاملاً مستقل سازد (بیرونی و ابن سینا، الاسئلة والاجوبة: ۲۷-۲۸).



شکل ۲. بیرونی، بر خلاف ارسطو، معتقد بود اگر افلاک بیضوی باشند میتوانند داخل هم بچرخند.

این مقدمه بدیهی نیز گرچه مورد توافق تمام منجمان اسلامی بود اما گاهی در عمل نقض می‌شد. این نقض شدن به خاطر نقض مقومات پیشین (خصوصاً بند ۳-۴) رخ می‌داد. در واقع اگر یک کره در داخل کره دیگری بچرخد حال آنکه مرکز آنها متفاوت است، کره بزرگتر در بالا و پایین کره کوچکتر مناطقی غیرکروی ایجاد می‌کند که اصطلاحاً به آنها «متمم» می‌گفتند.

#### ۵.۴ صلب بودن افلاک

فلسفه ارسطو در بسیاری از مواضع نسبت به تفاسیر مختلف منعطف است. او در یک موضع درباره افلاک معتقد بود بر خلاف عناصر چهارگانه زمینی افلاک نه سبک و نه سنگین، نه سرد و نه گرم هستند و اساساً هیچ کیفیت مادی ندارند. اما در جای دیگر ادعا می‌کند که افلاک مادی و فیزیکی هستند (On the Heavens II, 12, Trans. Guthrie). لذا درباره ماهیت و کیفیات مادی اتر که عنصر سازنده افلاک است نمی‌توان به راحتی قضاوت کرد. در حالی که دانشمندان تمدن اسلامی اغلب نسبت به این انعطاف مفهومی (با بهتر است بگوییم ابهام مفهومی) سکوت اختیار می‌کردند، اما در عمل صلب بودن افلاک را در قریب به اتفاق موارد فرض می‌گرفتند. در واقع باید گفت اقتضای

مدل‌های نجومی آنها سفتی افلاک بود، اما برای اینکه با اصول ارسطویی در تعارض مستقیم نباشند، از شرح و بسط آن خودداری می‌کردند و به سادگی از کنار این تناقض فلسفی می‌گذشتند. اما از آنجایی که این مقوم مفهومی (یعنی صلب بودن افلاک) نقش مهمی در حذف مفهوم «فلک» بازی می‌کند، باید موقعیت این ویژگی را نزد دانشمندان مسلمان کمی بیشتر شرح دهیم.

### ۵. صلیت افلاک نزد دانشمندان مسلمان

همان طور که پیشتر گفتیم نباید انتظار داشت دانشمندان مسلمان با صراحت از صلیت افلاک سخن بگویند، زیرا این امر به منزله مخالفت صریح با فلسفه ارسطو محسوب می‌شد. اما به نظر می‌رسد چنین باوری به عنوان یک مقومه اصلی در شکل‌دهی به مفهوم «فلک» نقش اساسی بازی می‌کند. در اینجا به دو دلیل متفاوت، یکی متنی و دیگری فلسفی/دینی، برای اثبات مطلب خود اکتفا می‌کنیم.

از لحاظ متنی شواهدی وجود دارد دل‌بر اینکه منجمان مسلمان افلاک را صلب می‌دانستند. یکی از این شواهد استفاده مکرر و صریح از اصطلاح «خرق و التیام» است. دانشمندان مسلمان معتقد بودند افلاک خرق و التیام نمی‌پذیرند، به این معنی که چیزی نه می‌تواند داخل آنها شود و نه از آنها خارج شود مگر به جبر. در واقع افلاک به انفعال پاره نمی‌شوند. ابن سینا معتقد است هر چیزی که حرکتی دورانی و دائمی داشته باشند هرگز تغییری و تحولی نمی‌یابد، زیرا تغییر در شتاب و سرعت مخصوص حرکات خطی است. از آنجایی که افلاک تنها حرکت دورانی یکنواخت دارند، لذا «خرق و التیام» ندارند (ابن سینا ۱۳۶۲، ص ۲۶). گرچه به نظر می‌رسد نتیجه مستقیم عدم خرق و التیام صلیت افلاک باشد، اما در استدلال ابن سینا رابطۀ منطقی بین حرکت دورانی افلاک و صلیت طبیعی آنها (یعنی خرق و التیام) محذوف است. او ادامه می‌دهد که افلاک «رطب و یابس» نیز ندارند، لذا نمی‌توانند به راحتی پاره یا دوخته شوند (همان). اما لازم‌به‌ذکر است که ابن سینا بیشتر از آنکه منجم و دانشمند تجربی باشد، یک فیلسوف مشائی است. لذا باید لحاظ کرد که متن او در اینجا باید در زمینه فلسفی خود قرائت شود. اما اجازه دهید به سراغ دانشمندان تجربی مسلک و خصوصاً منجمان برویم.

خواجه نصیرالدین طوسی همانند ابن سینا صفات طبیعی افلاک را برمی‌شمارد. او نیز صراحت دارد که اجسام با حرکت دورانی «خرق و التیام» ندارند. اما برای توصیف بیش‌تر خرق و التیام می‌افزاید که آنها «رشد و نقصان» ندارند، «متخلخل و متکاثف» نمی‌شوند، در حرکت خود «زیاد و کم» نمی‌شوند و «بازگشت و انعطاف» ندارند<sup>۱</sup> (طوسی ۱۹۹۳، ص ۱۰۱). در اینجا نیز به وضوح مشاهده می‌شود که اوصاف طبیعی و مشاهدتی افلاک با یک‌دیگر گره خورده‌اند. جمیل رجب در همین راستا ادعا می‌کند که خواجه نصیرالدین طوسی جزو معدود دانشمندان تجربی است که معتقد است باید «برخی از اصول فیزیکی و متافیزیکی را در فلسفه طبیعی وارد کنیم» (Ragep 2001, p. 57). در واقع ملاحظه می‌کنیم که صلیبیت افلاک با ریشه‌ای فلسفی به راحتی در مفهوم نجومی «فلک» رسوخ می‌کند و حاصل ایجاد مفهومی فیزیک/فلسفی نزد دانشمندان مسلمان است. این همان چیزی است که در بند قبل درباره تدقیق مفهوم «فلک» نزد دانشمندان مسلمان بر خلاف دانشمندان یونان باستان ادعا کردیم.

شاهد متنی دیگر برای صلیبیت افلاک نفی شباهت حرکت سیارات در افلاک به حرکت «ماهی در آب» است. عبدالجبار خرقی (قرن دوازده هجری) در رساله منتهی الادراک فی تقاسیم الافلاک ذیل بحث درباره اینکه آیا سیارات به خودی خود حرکت دارند یا توسط افلاک جابجا می‌شوند، رای اول را «غلط عظیم» می‌خواند، زیرا با نظر غالب درباره «عدم خرق افلاک» مخالف می‌بیند. او تشبیه حرکت سیارات در افلاک به «حرکت ماهی در آب» را نیز اشتباه تلقی می‌کند (خرقی ۱۳۹۹، ص ۳). این ادعا یعنی سیارات نمی‌توانند به راحتی داخل افلاک بالا و پایین بروند، بلکه همانند میخ داخل افلاک ثابت شده‌اند. نتیجه این مطلب آن است که افلاک سفت هستند و سیارات را به سختی در آغوش گرفته و می‌چرخانند. خرقی اضافه می‌کند که اگر سیارات بتوانند همانند ماهی در آب غوطه‌ور شوند، آنگاه آب می‌تواند خرق شود که مسلماً غیرممکن است. ملاحظه می‌شود که این شاهد نیز در انتها به عدم خرق و التیام افلاک منتهی می‌شود.

اما به غیر از شواهد متنی، دلایل فلسفی نیز صلیبیت افلاک را تایید می‌کند. خرقی در ادامه همان بحث قبل عدم خرق و التیام افلاک را به رابطه علی و معلولی بین افلاک و حرکت سیارات نسبت می‌دهد (همان). در واقع از زمانی که در نجوم، مفاهیم و مدل‌های سیاره‌ای مصادیق خارجی در جهان واقع پیدا می‌کنند، اصل علیت بر رفتار آنها

حاکم می‌شود. در واقع ریشه این امر اهمیت فلسفه نزد دانشمندان مسلمان است. پیش‌تر گفتیم که حرکت افلاک ارادی است، زیرا آنها زنده هستند و نفس دارند. اما حرکت سیارات چگونه ایجاد می‌شود؟ پاسخ این است که سیارات اجسامی صلب هستند که در داخل ثخن یا گوشه افلاک چسبیده‌اند و حرکت افلاک سبب حرکت آنها می‌شود. شاید بهترین مثال برای شرح این دلیل علی و همچنین شواهد متنی که در بالا ذکر کردیم در رساله‌ای از خواجه طوسی با عنوان الرسالة المعینیه فی علم الهیئه آمده باشد. خواجه در این رساله می‌نویسد:

هر جسم بسیط که در او مبدأ حرکتی مستدیر بود، چون فلکیات، نشاید که قابل حرکت مستقیم بود. و چون چنین بود، خرق و التیام بر فلکیات روا نبود. پس نشاید که حرکت کواکب در افلاک مانند حرکت ماهی بود در آب، بلکه هر کوی را فلکی اثبات باید کرد که به حرکت او متحرک بود (طوسی ۱۳۸۷، ص ۳۵).

البته این بدان معنی نیست که تمام منجمان و فلاسفه مسلمان بدون استثنا قائل به سفتی افلاک بودند، چه که در آثار ابن میثم بحرانی (قرن هفتم هجری) و علامه حلی (قرن هفتم و هشتم هجری) شواهدی خلاف این امر وجود دارد<sup>۱۱</sup> (رضوی و دارینی ۱۳۹۶). اما همان‌طور که پیشتر درباره متفکران یونانی عرض کردیم رویکرد فلاسفه و دانشمندان تجربی نسبت به مفاهیم علمی تا حدودی متفاوت است. البته در دوره اسلامی این ابهام روبه تدقیق می‌گذارد اما همچنان ملاحظه می‌کنیم که رویکرد امثال علامه حلی و بحرانی که متکلم هستند با اشخاصی مانند خواجه طوسی و قطب الدین شیرازی که بیشتر دانشمند تجربی هستند متفاوت است. دلیل آنکه متکلمان و فلاسفه مسلمان نسبت به سفتی افلاک مقاومتی از خود نشان می‌دادند علاوه بر مسائل فلسفی مشکلات دینی نیز بود. در واقع در مسائلی مانند معراج پیامبر و شق القمر که مستلزم خرق و التیام افلاک بود، متکلمان مسلمان با مشکلی اساسی روبرو بودند. رویکردهای متفاوتی در قبال این تقابل علم و دین اتخاذ شد، که برخی از آنها حاکی از رد مقوم مفهومی صلیبیت در افلاک بود. اما هم‌چنان ادعای ما پابرجاست که نزد بیشتر منجمان و فلاسفه مسلمان صلیبیت جزو مهم‌ترین مولفه‌های مفهومی بود و اتفاقاً همین مشکل دینی نیز نشان از اهمیت صلیبیت در فهم رایج از مفهوم فلک است.



## ۶. طرد یک مفهوم دقیق

تا این‌جا نشان دادیم که حدوداً از قرن یازدهم میلادی (پنجم هجری) مفهوم «فلک» نزد مسلمانان از لحاظ معنایی و ارجاعی به سوی دقیق‌تر شدن پیش رفت. این فرآیند تاجایی پیش رفت که منجمان مسلمان در دوره اوج نجوم اسلامی (قرون هفتم تا نهم هجری قمری/ یازدهم تا سیزدهم میلادی) در مورد کاربرد این مفهوم به توافقی ضمنی رسیده بودند. به‌طور ویژه ابهامی که در دوره یونان باستان در مورد هندسی یا فیزیکی بودن این مفهوم وجود داشت، به کلی از بین رفته بود. منجمان مسلمان با اطمینان از مفهومی استفاده می‌کردند که ویژگی‌های فیزیکی داشت و به جهان خارج ارجاع می‌داد. گرچه مدل‌های هندسی برای توضیح حرکت افلاک استفاده می‌شد، اما شکی وجود نداشت که افلاک صلب هستند و در رابطه‌ای علی موجب حرکت سیارات می‌شوند. همان‌طور که مفهوم «فلک» از علم یونان به تمدن اسلامی به ارث گرفته شد، رئوس مفاهیم و مدل‌های نجوم اسلامی نیز به اروپای قرون وسطا به ودیعت داده شد. در بحث ما مهم این است که یک درک فیزیکی از افلاک به‌طور مستقیم از آثار ابن‌هیثم به آثار جرج پوئرباخ (Georg Von Peuerbach (1423-1461)) منجم اتریشی قرن پانزدهم و دیگر منجمان آن عصر منتقل شده است. امروز مورخان علم شکی ندارند که کپرنیک و کپلر منجمان تاثیرگذار قرن شانزدهم میلادی نیز به آثار ابن‌هیثم و برخی از منجمان مکتب مراغه دسترسی داشته‌اند و تحت تأثیر آنها بودند (Swerdlow 1976, p. 425; Hartner 1955, p. 122). هارتنر پا را فراتر گذاشته و معتقد است آثار ابن‌هیثم در قرون وسطای اروپا «شهرتی فراوان» داشت و «وابستگی منجمان در دوره رنسانس نجومی» به این آثار «فراتر از یک شک» است (Hartner 1955, p. 22). گرچه در مورد تاثیر نجوم در تمدن اسلامی بر نجوم قرون وسطا تردیدی وجود ندارد، اما همچنان تردیدهایی در مورد چگونگی انتقال مفهوم «فلک» به غرب و سپس طرد آن مطرح است.

امروزه مورخان معتقدند طرد مفهوم «فلک» از قاموس منجمان و حذف آن از زبان علم به وسیله تیکو براهه (قرن شانزدهم میلادی) رقم خورده است. گرنت معتقد است دو مشاهده سبب شد براهه مفهوم فلک را طرد کند. اولین مشاهده در سال ۱۵۷۷ بود که شهاب سنگی را رصد کرد که برخلاف انتظار از میان افلاک عبور می‌کرد. علاوه بر این او حرکت مریخ را در طول یک دوره به‌طور دقیق اندازه‌گیری کرد و نشان داد که اگر افلاک

وجود داشته باشند، زمین داخل فلک مریخ می‌افتد. واضح است که هر دوی این مشاهدات تنها با یکی از مقومات مفهومی «فلک» در تعارض بود و آن صلبیت افلاک بود. لذا براهه پیشنهاد کرد که افلاک را از مدل‌های نجومی حذف کنیم، چرا که به نظر می‌رسد چنین چیزهایی در جهان خارج وجود ندارند. کپلر نیز این مساله را تایید کرد و آن را به براهه نسبت داد: «تیکو افلاک صلب را حذف کرد» (Quoted by Granada 2006, p. 125). کپلر در مدل‌های جدید خود برای حرکت ستارگان و سیارات از براهه تبعیت کرد. او پروژه خود را چنین توصیف می‌کند: «انتقال غیرمنتظره تمام نجوم از دایره‌های خیالی به علت‌های طبیعی...» (quoted in Gingerich 1973, p. 304). در این توصیف «دایره‌های خیالی» همان افلاک هستند که دیگر نزد کپلر به کلی حذف شده‌اند. البته اخیراً بحث‌هایی صورت گرفته است که نشان می‌دهد براهه نیز ایده حذف افلاک از مدل‌های نجومی را مدیون یکی از دوستان آلمانی خود به نام کریستوف راثمن (Christoph Rothmann (1560-1600)) است. نامه‌نگاری‌های راثمن و براهه نشان می‌دهد ایده حذف افلاک ابتدا از سوی راثمن مطرح شده است (Lerner 1996; Granada 2006). ولی نکته مهم برای ما این است که در قرن شانزدهم دانشمندان به این نتیجه رسیدند که نگه داشتن این مفهوم دیگر مقرون به صرفه نیست و دلیل عمده آنها تعارض برخی مشاهدات با مقومات مفهومی بود.

اما جالب اینجا است که برخی از مورخان معاصر علم معتقدند صلبیت افلاک که دلیل عمده طرد این مفهوم از زبان علم است، توسط براهه جعل شده بود و پیش از او نشانه‌ای از صلبیت در آثار منجمان دیده نمی‌شود. ادوارد روزن (Edward Rosen) معتقد است در دوره نجوم یونانی خصوصاً در آثار بطلمیوس نشانه‌های پرننگی مبنی بر سیال بودن افلاک وجود دارد (Rosen 1985, p. 15). سپس با جهشی حدوداً هزار ساله فرض می‌کند که در این میان نیز اتفاقی نیافتاده است و ادعا می‌کند «سفتی افلاک ناگهان به ذهن براهه رسوخ کرد» (p. 19). ادوارد گرنٹ به طور دقیق‌تر نشان می‌دهد که نزد برخی از متفکرین قرون وسطا مانند وینسنت بووه (Vincent of Beauvais (1184-1264))، توماس آکویناس (Thomas Aquinas (1225-1274))، هنری هسه (Henry of Hesse (1244-1308)) و دیگران سفتی افلاک اهمیت چندانی نداشته است و یا حتی نشانه‌هایی بر سیال بودن آنها دیده می‌شود (Grant 1987, p. 159-161). گرنٹ معتقد است مفهوم فلک در قرون وسطا با مفهوم «بهشت» (Heaven) که در آثار دیانت مسیحی آمده است ارتباط برقرار کرده است و چون در متون مقدس اشاره‌هایی به روان بودن بهشت وجود دارد، لذا متفکران قرون وسطا

افلاک را قابل نفوذ و روان می‌دانستند (ibid). گرنت در آثار بعدی خود نیز بر این ادعا تاکید کرد و متفکران و متکلمان قرون وسطای بیشتری را به لیست خود افزود. البته او در آرای متاخر دقت بیشتری می‌کند و می‌نویسد «گرچه اصطلاحاتی مانند «کریستالی» و «سفتی یخ مانند» نشانگر سفتی هستند، اما می‌توان این اصطلاحات را به گونه دیگری نیز تفسیر کرد» (Grant 1994, p. 333). نکته کلیدی ادعای گرنت در همه آثارش این است که صلب (solid) بودن افلاک را به معنی سفتی (Hardness / Rigid) آنها نمی‌داند و در آثار متاخر با کمی عقب‌نشینی ادعای می‌کند «ارتباط محکم» بین سفتی و صلبی افلاک تنها پس از براهه شکل گرفت (ibid, p. 347).

این در حالی است که ما در این مقاله نشان دادیم که صلب بودن افلاک در دوره اسلامی و مبتنی بر رویکرد فیزیکی به نظریات و مدل‌های نجومی شکل گرفت و جزو مقومات اصلی این مفهوم شد. ما معتقدیم ادعای ادوارد روزن، ادوارد گرنت و مورخانی که از آنها تبعیت کرده‌اند در دو موضع اصلی مشکل دارد. موضع اول آن‌ها که آن‌ها از دوره اسلامی که دوره بلوغ نجوم در قرون وسطا است و عملاً مقدمات علم نجوم در قرون وسطای اروپا را شکل می‌دهد، مرد غفلت کرده‌اند. پیشتر گفتیم که روزن به کلی از دوره اسلامی غفلت می‌کند و از نجوم یونانی به نجوم اروپایی می‌پرد. گرنت نیز توجه دقیقی به این دوره ندارد. گرنت در یکی از پانویس‌های مقاله خود می‌نویسد «من رساله‌های ابن‌هیثم و پوئرباخ را بررسی کردم و چیزی جز سکوت معمولی در مورد مساله سفتی افلاک پیدا نکردم» (Grant 1987, p. 173). البته این واضح است که روزن و گرنت تخصص چندانی در حوزه آثار هیئت اسلامی ندارند، اما چنین اشتباهی از این دو چهره برجسته تاریخ علم عجیب به نظر می‌رسد. اینکه گرنت اثری از سفتی در آثار پوئرباخ و ابن‌هیثم نیافته است، احتمالاً به این خاطر است که او صرفاً به دنبال واژه خاصی بوده و چون آن را نیافته، رای به سکوت آنها داده است. ما پیشتر در این مقاله نشان دادیم که سفتی افلاک از زمینه‌های متنی و فلسفی آثار اسلامی به وضوح پیداست. نوئل سوردلو (Noel Swerdlow) مورخ مشهور علم معتقد است «کپرنیک مانند همه منجمان دوره خود مدل‌های سیاره‌ای که مشتمل بر افلاک غیرمقاطع و سفت هستند» را از ترجمه کتاب فی هیئه العالم اخذ کرده است (Swerdlow 1976, p. 117). در آثار براهه و کپلر نیز اشاره صریح به آثار مسلمانان از جمله ابن‌هیثم وجود دارد.

اما موضع ضعف دوم در ادعای گرنت و همکارانش آنجا است که بین دانشمندان تجربی (منجمان) و فلاسفه تفاوتی قائل نشده‌اند. اغلب متفکرانی که او در قرون وسطا ذکر می‌کند (از قبیل هنری هسه و آکویناس) فیلسوف و متکلم مسیحی بودند و مشخص است که آنها تحت تاثیر آثار دینی هستند. ما نیز در ابتدای این مقاله با تفکیک بین رویکرد فلسفی و تجربی نشان دادیم که باید بین آنها تفاوت قائل شد. جالب است که وقتی گرنت در میان متفکران خود به یک منجم تجربی مسلک مانند جان ساکرا بسکو (John of Sacrobosco (1195-1256) می‌رسد از نشان دادن سیالیت افلاک نزد او بازمی‌ماند و دوباره با ارجاع به یک متکلم مسیحی سعی در ارائه تفسیری نو از نوشته‌های او می‌کند. به همین شکل وقتی درباره کامپانوس نوآرا (Campanus of Novara (1220-1296) که یک منجم است سخن می‌گوید بدون اشاره دقیق به متون او در یک ادعای کلی می‌نویسد «هیچ اشاره‌ای حاکی از ارتباط بین سفتی و صلبی در اینجا وجود ندارد» (Grant 1987, p. 167).

ما معتقدیم مفهوم فلک در دوره اسلامی به بلوغ خود رسید و در همین دوره به خاطر دلایل فلسفی و فیزیکی صلب شد. در واقع افلاک نزد منجمان مسلمان کره‌هایی صلب و سفت (غیرقابل نفوذ) بودند که با حرکت خود سیارات و کل جهان را به چرخش درمی‌آوردند. همین مفهوم دقیق و بالغ به نجوم اروپایی در قرون وسطا و سپس قرن شانزده میلادی منتقل شد. هنگامی که براهه و معاصران او با مشاهدات و رصد‌های دقیق خود دلایلی علیه این مفهوم پیدا کردند، به راحتی ادعای حذف و طرد آن را مطرح می‌کنند. از لحاظ شهودی نیز ادعای گرنت بسیار عجیب است که دانشمندی برخلاف اسلاف خود ناگهان یک مقومه مفهومی نزد خودش فرض کند و با رد آن، مفهومی کلیدی که بیش از دو هزار سال موفق عمل کرده است را طرد کند. در واقع اگر مفهوم «فلک» در دوره اسلامی به دقت و بلوغ کافی نرسیده بود، امکان این وجود داشت که منجمان قرن شانزده با کمی اصلاحات آن را حفظ کنند. این همان اتفاقی است که برای مفاهیمی چون «اتم»، «ژن» و «جرم» رخ داده است. یعنی این مفاهیم به قدری منعطف بودند که در مقابل مشاهدات و تغییرات نظری دانشمندان را متقاعد کردند که با کمی تغییر می‌توان آن‌ها را حفظ کرد. اما مقومات معنایی مفهوم «فلک» به قدری دقیق و متقن بودند که با رد آن‌ها دانشمندان به خود اجازه دادند کل مفهوم را طرد کنند. البته بحث در چگونگی حذف این مفهوم در قرن شانزده و به طور کلی کیفیت انقلاب علمی در این مقاله

کوتاه نمی‌گنجد، ما در اینجا به این نکته اکتفا کردیم که صلیبیت و سفتی افلاک که دلیل عمده طرد آن از زبان علم شد، در دوره اسلامی طرح و بسط داده شده است.

## ۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله توضیح دادیم که مفهوم «فلک» در دوره یونان باستان ابتدا با رویکردی فلسفی برای تبیین ساختار و ماده اصلی هستی شکل گرفت. تا انتهای دوره تمدن یونانی، گرچه این مفهوم رشد بسیاری کرد اما از یک ابهام مفهومی رنج می‌برد. در واقع هنوز هم بین مورخان علم بحث‌های داغی وجود دارد که منجم برجسته‌ای چون بطلمیوس چگونه از مفهوم «فلک» استفاده می‌کرد. نشانه‌های پررنگی وجود دارد که او در برخی آثارش این مفهوم را به طور ابزاری و بدون ارجاع به جهان خارج استفاده کرده است ولی در برخی دیگر از رساله‌هایش اهداف ارجاعی را به آن ضمیمه کرده است. اما توجه اصلی این مقاله به تطور مفهوم «فلک» در تمدن اسلامی است. نشان دادیم که مفهوم فلک از اواخر قرن چهارم هجری شروع به تدقیق معنایی و ارجاعی کرد. دانشمندانی چون ابن‌هیثم و ابوریحان بیرونی به طور ویژه در تدقیق مفهوم «فلک» تلاش کردند. همت آنها به طور ویژه در ارائه درکی فیزیکی از این مفهوم بود. در عین حال وقتی به قرون ششم، هفتم و هشتم هجری می‌رسیم منجمان مکتب مراغه این مفهوم را در ساختارهای پیچیده هندسی نیز با موفقیت به کار می‌برند. ما معتقدیم در انتهای دوره اسلامی مفهوم «فلک» به بلوغ نسبی رسیده بود و دانشمندان با اطمینان و دقت بیشتری از آن استفاده می‌کردند. چندی از مهم‌ترین مقومات مفهومی آن که مورد توافق بیشتر دانشمندان دوره اسلامی بود عبارت‌اند از «حرکت یکنواخت»، «حرکت طبیعی»، «حرکت به دور مرکز»، «کروی بودن» و بالاخره صلیبیت که به صورت «خرق و التیام ناپذیری» مطرح می‌شد. این ویژگی آخر در قرن شانزدهم با برخی از مشاهدات منجمان غربی در تعارض قرار گرفت و در نهایت منجر به حذف این مفهوم از زبان علم شد. به نظر ما مفهوم «فلک» به این دلیل طرد شد که پیش‌تر به بلوغ خود رسیده بود و به راحتی قابل حذف شدن بود، وگرنه مفاهیم کلیدی علم نوین مانند «اتم» و «ژن» تنها به این دلیل حفظ شده‌اند که در مقابل مشاهدات و نظریات جدید بسیار منعطف و غیردقیق هستند.

## پی‌نوشت‌ها

۱. در یک تعریف استاندارد «مفهوم» یک واحد از تفکر است (unit of thought) که با وجود تغییرات اندکی در معنا (meaning) یا مرجع (reference) می‌تواند ثابت بماند. یک فهم/درک خاص از یک مفهوم آن چیزی است که کاربر زبان به طور کلی از معنا و مرجع دریافت می‌کند و با داشتن حداقل اشتراک با دیگر کاربران زبان امکان مکالمه را ایجاد می‌کند. لذا کاربران زبان می‌توانند از یک مفهوم چندین درک متفاوت داشته باشند.
۲. در این مقاله صلیبیت را معادل Hardness قرار می‌دهیم.
۳. بیشتر این نقل قول‌های قدیمی با واسطه توسط فردی ناشناخته Pseudo-Plutarch منتشر شده است. برخی معتقدند او پلوتارک (Plutarch) فیلسوف یونانی قرن اول میلادی است. برخی دیگر از نقل قول‌های آناکسیمندر توسط هیپولیتوس (Hippolytus) فیلسوف مسیحی قرن سوم میلادی به دست آمده است.
۴. «الدائره و الفلک اسمان يتعاقبان على موضع واحد فيتبادلان، و ربما حمل الفلک على کل الکره و خاصه اذا کانت متحرکه...»
۵. در این جا می‌توان به نوعی دیگر به تفاوت فلک و دایره نزد بیرونی نگاه کرد. حنیف قلندری معتقد است نزد آنها فلک در معنای کلی به هر شکل دایروی می‌تواند اشاره کند، لذا در ابتدای جمله گفته است فلک و دایره مترادف است، اما در ادامه اذعان می‌کند که فلک در معنای خاص همان جسم کروی است که آسمان را پوشانده است (قلندری ۱۳۹۰، ص ۸۱). در واقع ما به تفکیکی در فهم دایره و فلک نزد بیرونی اشاره کردیم، قلندری می‌افزاید که این رابطه تفکیک‌شده از سنخ عموم و خصوص مطلق است.
۶. باید توجه کرد که وقتی بیرونی سوال از «افلاک» می‌پرسد مسلماً درباره افلاک سه بعدی کروی، جسمانی و واقعی سوال می‌کند، چرا که پیشتر توضیح دادیم او نسبت به تفاوت کره و دایره حساس است.
۷. در این جا باید برخی از منجمان اندلسی (شرق تمدن اسلامی) را از این نکته مستثنی کرد. دانشمندانی همچون بطروجی (قرن ۱۲ میلادی) یا ابن رشد (قرن دوازده میلادی) تمام تلاش خود را می‌کردند تا نسبت به اصول ارسطویی کاملاً وفادار بمانند و در این مسیر موفقیت‌هایی نیز داشتند (Sabra 1998, p. 319).
۸. به عنوان مثال خواجه نصیرالدین طوسی در *التذکره فی علم الهیئه* به طور صریح به واقعیت افلاک اشاره می‌کند (۱۹۹۰، ص ۶۷).

افلاک از کی صلب شدند؟ ... (محمد مهدی صدرفراتی و امیرمحمد گمینی) ۱۵۵

۹. «تشابه هذه الحركة حول مركز العالم دون مركزه من الاشكالات الصعبة في هذا الفن والقدماء لم يأتوا فيه بشيء وينحل على رأى المحقق الطوسي بأصل الكبيرة وعلى رأى صاحب التحفة بأصل المحيطة. ولى فيه وجوه آخر...»
۱۰. «الفلكيات لا تتخرق ولا تلثم، ولا تنمو ولا تبذل، ولا تتخلخل ولا تتكاثف، ولا تتشد فى حركاتها ولا تضعف ولا يكون لها رجوع ولا انعطاف ولا وقوف ولا خروج...»
۱۱. علامه حلی در برخی مواضع غیرکروی بودن افلاک را نیز ممکن قلمداد می‌کند (رضوی و دارینی ۱۳۹۶).

### کتاب‌نامه

- ابن سینا (۱۳۷۹) کتاب النجاة، تصحیح محمدتقی دانش‌پژوه، دانشگاه تهران، تهران.
- ابن سینا (۱۳۶۲) کتاب الشفاء، جلد دوم، انتشارات آت الله مرعشی نجفی، قم.
- ابن سینا (۱۴۰۵) طبیعیات شفا، به کوشش ابراهیم مذکور، جلد دوم، قم.
- ابن هیثم (۱۹۹۰) فی هیئة العالم، تصحیح و تحقیق اسحاق صفی لنگرمان (Langermann)، انتشارات غرلند، نیویورک و لندن.
- ارسطو (۱۳۷۹) در آسمان، ترجمه اسماعیل سعادت، انتشارات هرمس، تهران.
- بیرونی، ابوریحان (۱۹۵۴) القانون المسعودی، حیدرآباد، عثمانیه.
- خرقی، عبدالجبار (۱۳۹۹) منتهی الادراک فی تقاسیم الافلاک، تصحیح حنیف قلندری، موسسه میراث مکتوب، دانشگاه تهران، تهران.
- دشتکی، غیاث‌الدین منصور، (نسخه خطی) السفیر فی الهیئة. نسخه کتابخانه مجلس، در مجموعه ۵۳۶۰: گ ۱۰۹ پ الی گ ۱۲۸ پ.
- رضوی، رسول و دارینی، رضا (۱۳۹۶) «واکنش متکلمان در برابر چالش‌های برخاسته از هیئت بطلمیوسی»، فصلنامه کلام اسلامی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۳، ص ۱۴۵-۱۲۹.
- شیرازی، قطب‌الدین (۱۳۸۵) درة التاج فی غرة الدباج، قسمت اول، تصحیح محمد مشکات، نشر حکمت، تهران.
- شیرازی، قطب‌الدین (نسخه خطی) اختیارات مظفیری، کتابخانه مجلس شورای اسلامی، شماره ۱۱۹۵۴.
- قلندری، حنیف (۱۳۹۰) «ماهیت فیزیکی افلاک: بررسی مفهوم فلک در آثار هیئت»، تاریخ علم، شماره ۱۰، ص ۶۷-۱۰۸.

معصومی همدانی، حسین (۱۳۸۰) «از آسمانی دیگر»، نشر دانش، شماره ۱۰۰، ص ۳۷-۲۷.  
معصومی همدانی، حسین (۱۳۸۳) «بطلمیوس: تکمله ۱-الاقتصاص»، دایرةالمعارف بزرگ اسلامی،  
جلد دوازدهم: صص ۲۶۱-۲۶۵.

- Donahue, W.H. (1981). *The Dissolution of the Celestial Spheres*, Ph.D. diss. (1972). New York: Arno Press.
- Duhem, P. (1954). *Le Systeme du monde*, 2nd ed. (1st ed. 1913), Paris.
- Furley, D. (1987). *The Greek Cosmologists (The Greek Cosmologists)*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511552540.
- Gardner, M. (1983). "Realism and Instrumentalism in Pre-Newtonian Astronomy" in *Testing Scientific Theories*, ed. John Eanrman, Minneapolis: University of Minnesota.
- Gingerich, O. (1973). 'Kepler'. In *Dictionary of Scientific Biography*, ed. C. C. Gillespie, vol. 7. New York: Scribners, pp. 289-312.
- Granada, M. (2006). 'Did Tycho Eliminate the Celestial Spheres before 1586?'. *Journal For The History Of Astronomy*, 37(2), pp.125-145. doi: 10.1177/002182860603700201.
- Goldstein, B. & Barker, P. (1995). 'The role of Rothmann in the dissolution of the celestial spheres,' *The British Journal For The History Of Science*, 28(04), pp.385-403.
- Grant, E. (1987). 'Celestial Orbs in the Latin Middle Ages,' *Isis*, 78(2), pp.153-173.
- Grant, E. (1994). *Planets, stars and orbs: The medieval cosmos, 1200-1687*, Cambridge University Press.
- Guthrie, W. K. C. (ed.), (1939), *Aristotle's On the Heavens*, Harvard University Press.
- Hartner, W. (1955). "The Mercury Horoscope of Marcantonio Micbiel of Venice: A Study in the History of Renaissance Astrology and Astronomy." *Vistas in Astronomy* (1): 84-138.
- Al-Haytham (1990). *Ibn al-Haytham's On the Configuration of the World*, Eds. Langermann, Tzvi. Garland: New York.
- Heath, T. (1991). *Greek Astronomy*, Dover Publications Inc, New York.
- Hullmeine, P. (2019) "Al-Bīrūnī and Avicenna on the Existence of Void and the Plurality of Worlds", *Oriens* 47, pp. 114–144.
- Laudan, L. (1981). 'A Confutation of Convergent Realism', *Philosophy of Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 19-49.
- Lerner, M-P. (1989). "Le probleme de la matiere celeste apres 1550: aspects de la bataille des cieux fluids", *Revue d'Histoire des Sciences*, 42, pp.255-280.
- Lerner, M-P. (1996). *Le monde des sphères: I. Genèse et triomphe d'une représentation cosmique*, Vol.1, First Edition, Les Belles Letters.
- Lloyd, G. E. R. (1978), "Saving the Appearances", *Classical Quarterly* 28: 202-22.
- Murschel, A. (1995). "The Structure and Function of Ptolemy's Physical Hypotheses of Planetary Motion", *Journal for the History of Astronomy*, 26 (1): 33-61.



- Nasr, S. H. (2010). *Majmoo'ah Al-As'ilah wa'l-Ajwiba*, [ARABIC], Dar Byblion: Paris.
- Ragep, J. (1990) "Duhem, the Arabs, and the History of Cosmology". *Synthese* 83, pp. 201-214.
- Ragep, J. (2001). "Freeing Astronomy from Philosophy: An Aspect of Islamic Influence on Science," *Osiris*, Vol. 16, *Science in Theistic Contexts: Cognitive Dimensions*, pp. 49-64+66-71.
- Rashed, R. (2014). *Ibn al-Haytham, New Spherical Geometry and Astronomy: A History of Arabic sciences and mathematics*, vol. 4, Routledge, Tayler and Francis, London and New York.
- Rosen, E. (1985) "The dissolution of the Celestial Spheres," *Journal of the History of Ideas*, Vol.46, p.13-31.
- Sabra, A. (1998). "Configuring the Universe: Aporetic, Problem Solving, and Kinematic Modeling as Themes of Arabic Astronomy", *Perspectives on Science*, Vol. 6, No. 3, pp. 288-330.
- Swerdlow, N. (1976). "Pseudoxia Copernicana: or, Enquiries into Very Many Received Tenents and Commonly Presumed Truths, Mostly Concerning Spheres," *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, Vol. 26, pp. 108-158.
- Toomer, G. J. (1984). (tr.), *Ptolemy's Almagest*. London.
- Wolfson, H. A. (1962). "The Problem of the Souls of the Spheres from the Byzantine Commentaries on Aristotle through the Arabs and St. Thomas to Kepler", *Dumbarton Oaks Papers*, 16, 65-93.