

گالیله، ابن سینا و ادعای بی‌نیازی از تجربه: پژوهشی بر پیش‌فرض‌های روش‌شناختی مشترک

سید علی حسینی*

چکیده

گالیله دست‌کم در بخشی از آثارش، صراحتاً ندای بی‌نیازی از تجربه سر می‌دهد. ابن‌سینا نیز در بحث از علم خدا به جزئیات، علم پیش از تجربه‌ی منجم را نمونه‌ای از علمی می‌داند که درست مانند علم الهی، از انفعال تجربی متأثر نیست. در این نوشتار تلاش کرده‌ایم میان چنین اظهارنظرهایی که نتیجه‌ی نظرورزی این دو فیلسوف تلقی می‌شود و مقدمات آن، یعنی پیش‌فرض‌ها و روش‌های احتمالاً مشترک آن‌ها، ارتباط برقرار کنیم. نهایتاً نیز به این نتیجه رسیده‌ایم که ابن‌سینا در وجهی از مطالعات طبیعی‌اش، با روش کاری گالیله هماهنگی دارد و همین هماهنگی، سخنان یکسان آن دو را سبب شده است. در نمونه‌ای که به بررسی آن پرداخته‌ایم، ابن‌سینا در بررسی حرکات سماوی، مطالعه بر ساختار ریاضیاتی اجسام سماوی را مدنظر قرار می‌دهد و سرشت‌یابی رایج در طبیعت‌ارسطویی را کنار می‌گذارد و به روش گالیله‌ای نزدیک می‌شود. البته نمی‌توان این روش را به تمام طبیعت‌شناسی شیخ نسبت داد و روش علمی دوپاره‌ی او را با شیوه‌ی علمی یکپارچه‌ی گالیله یکسان انگاشت.

کلیدواژه‌ها: ابن‌سینا، گالیله، روش علمی، تجربه

* دانشجوی دکتری فلسفه و حکمت اسلامی، الهیات شهید مطهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران،
seyyedalihosseini@mail.um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۷

۱. مقدمه

ابن سینا در الهیات شفا (ابن سینا، ۱۴۰۴: ۳۵۹-۳۶۲)، نجات (ابن سینا، ۱۳۷۹: ۵۹۵-۵۹۹) اشارات (نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵: ۳۰۷) و الهیات دانشنامه‌ی علائی (ابن سینا، ۱۳۸۳: ۹۰-۹۳) در هنگامی که از علم خدا به جزئیات بحث می‌کند و چگونگی اثرپذیرفتن این علم از محسوسات خارجی را تبیین می‌کند، به مثالی روی می‌آورد که بنا بر آن، انسان بدون تجربه کردن و انفعال از شیء محسوس جزئی نیز می‌تواند به دقت نشان دهد که آن شیء وقوع می‌یابد و در وقوعش، چنین و چنان ویژگی‌هایی دارد. این مثال، مثال خسوف است و هم ارسطو به طرح آن رغبت نشان داده، هم شارحان قرون وسطایی او (Wallace, 1981: 133)، اما بهره‌ای که ابن سینا از آن برده و اصطلاح علم جزئی به نحو کلی که پیشنهاد کرده، بکر بودن این اندیشه‌ی وی را نشان می‌دهد. (بهشتی، ۱۳۸۶: ۲۷۳) از طرف دیگر، گالیه نیز در مواضع متعددی، از تجربه کردن اظهار بی‌نیازی می‌کند و صرف روش ریاضیاتی را برای نیل به مقصودش کافی می‌داند (رک. برت، ۱۳۶۹: ۶۷-۶۸). به‌طور کلی در قبال این سخنان گالیه دو اظهار نظر شده است: در مسلکی که می‌شود ریاضی‌گرایی روش شناختی افراطی نامید، شیفتگی به ریاضیات و قدرت رهیافت ریاضیاتی به‌تصویر کشیده شده (Finocchiaro, 2014: 276) و در رهیافتی دیگر، به فقراتی دیگر از آثار گالیه اشاره می‌شود که در آن‌ها، مضاف بر نظریه پردازی ریاضیاتی، بر نقش اثرگذار تجربه نیز تأکید شده است^۱ (برت، ۱۳۶۹: ۶۸-۶۹).

مسئله‌ی اصلی پژوهش کنونی این است که آیا می‌شود از ادعای مشابه این دو اندیشمند در باب بی‌نیازی از تجربه، به مبانی متافیزیکی همسانی در اندیشه‌شان رسید؟ یا می‌شود روش واحدی را به هر دو نسبت داد؟ به نظر می‌رسد ابن سینا در پژوهش‌های سماوی‌اش، احتمالاً به‌ناچار و به دلیل ناکارآمدی طبیعیات ارسطویی و ناسازگاری‌های آن با برخی از رصدها، روش ارسطویی را ادامه نداده و تخطی او، به نمونه‌ی منجم پیش‌بینی‌کننده‌ی خسوف محدود نمی‌شود (اظهار نظر برخی پژوهشگران نیز همسو با همین برداشت است (Reisman; McGinnis, 2014: 69))، اما نگارنده به‌طور خاص، بر تمثیل منجم پیش‌بینی‌کننده‌ی خسوف ابن سینا تمرکز می‌کند و با مقایسه‌ی آن با قسمت‌هایی از اظهار نظرهای گالیه که در آن‌ها، وی تجربه را لازم ندانسته، در صدد برمی‌آید که در حیطه‌ی یادشده، به بررسی مشابهت روش آن دو بپردازد.

۲. پیشینه پژوهش

پیش‌تر در پژوهشی با عنوان «مکانیک گاليله‌ای و حرکت‌شناسی در فلسفه‌ی اسلامی» مختصراً بر دو مطلب مدنظر مقاله‌ی پیش رو تأکید شده است.

مطلب نخست درخصوص اهمیت کار گاليله در وحدت‌بخشیدن به روش تحقیق بر حرکات آسمانی و زمینی است. گاليله دقیقاً همان کاری را که کوپرنیک و کپلر درباره‌ی حرکات آسمانی انجام داده بودند، درباب حرکات زمینی نیز به‌کار بست؛ یعنی محاسبه‌ی ریاضیاتی را به قلمرو حرکات زمینی نیز تعمیم داد. به‌این‌ترتیب در اندیشه‌ی گاليله، شیوه‌ی محاسبه‌ی ریاضیاتی در هر دو ساحت اجرا شد (سجادی، ۱۳۸۷: ۶۷-۶۸).

مطلب دوم نیز هنگامی طرح می‌شود که نویسنده‌ی پژوهش یادشده می‌کوشد دلایل ناکامی ابن‌سینا در ارائه‌ی فیزیکی شبه‌گاليله‌ای را برشمرد. وی در هنگامی که برخی از علل این ناکامی را معرفی می‌کند، در عبارتی گذرا، به مطلبی اشاره می‌کند که مناسبتی تام با موضوع مقاله‌ی حاضر دارد:

«نگرش وی (ابن‌سینا) درباب علم کرات متحرک و مناسبت آن با علم طبیعی می‌توانست زمینه‌ساز یکی نمودن حرکت‌شناسی آسمانی و زمینی باشد؛ کاری که گاليله در یکی نمودن مکانیک آسمانی و زمینی انجام داد» (سجادی، ۱۳۸۷: ۷۴)

نگارنده با تأیید این دو نکته، در صدد است تا نشان دهد که چگونه روش حاکم بر علم کرات متحرک ابن‌سینا سبب شده است که نخست، وی از روش پژوهشی معلم اول دور بیفتد و سپس با تسری نیافتن این روش بر مطالعه‌ی حرکات زمینی، یعنی همان مطلب دوم مقاله‌ی یادشده، به قله‌ی وحدت روشی گاليله‌ای دست نیابد و درواقع در برزخ روشی شبه‌گاليله‌ای، شبه‌ارسطویی بماند. برای تبیین این مدعیات، به تمثیلی روی آورده‌ایم که در خلال مباحث فلسفی بوعلی درخصوص علم خدا به جزئیات مطرح شده است

۳. تحلیل تمثیل ابن‌سینا؛ علم پیش‌بینی‌پذیر ثابت

علم به رابطه‌ی میان علت و معلول را به دو صورت می‌شود درنظر گرفت:
علم به رابطه و تلازم علت و معلول به‌طور مطلق و علم به رابطه‌ی علی‌عینی و کائن میان علت و معلولی جزئی.

هنگامی که ارسطو شروط اییستمه^۲ یا علم را تعیین می‌کند، علم حسی را از سنخ اییستمه نمی‌خواند و در حس توان این را نمی‌یابد که به علم کلی راه یابد.

وی در عبارتی، میان علم حاصل از مشاهده و علم برهانی، به این صورت تمایز برقرار می‌کند: اگر بالای موضع ماه باشیم و مشاهده کنیم که با قرارگرفتن زمین میان آن و خورشید، خسوف رخ می‌دهد، از این مشاهده، به سبب خسوف پی نمی‌بریم؛ چون علم به سبب فقط از جهت امر کلی حاصل می‌شود و حس، کلی را (که عبارت است از اینکه همواره سبب خسوف، قرارگرفتن زمین میان ماه و خورشید است) در نمی‌یابد (Ross, 1978: 194). در این بیان، تأکید می‌شود که علم حسی، به معرفت کلی و شناخت رابطه‌ی دائمی و ضروری و مطلق دو شیء نمی‌انجامد. در دیدگاه ارسطویی و مشائی معمولاً با کنارزدن عارض‌ها و قاسرها و رسیدن به ذوات و ماهیات است که چنین رابطه‌ی مطلقه‌ی اثبات می‌شود (ر.ک: برت، ۱۳۶۹: ۲۲-۲۴).

اما هنگامی که ابن‌سینا می‌خواهد چگونگی علم کلی باری تعالی به جزئیات عینی و کائن را تشریح کند، در پی آن است که گامی فراتر بردارد و رابطه‌ی ضروری، دائمی و مطلق علت جزئی با معلول جزئی را تبیین کند.

طرحی که شیخ در ذهن دارد این است که اگر تک‌تک علت‌های جزئی رخدادی جزئی شناخته شوند، به فراخور رابطه‌ی ضروری و ضرورت بالتیاس میان علت تامه و معلول، علم به معلول جزئی حاصل می‌شود؛ علمی که ویژگی‌های علم کلی، یعنی ضرورت و اطلاق را دارد و حتی تا پیش از وقوع آن رخداد جزئی، کلیت نیز دارد (نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵: ۳۰۹، ۳۱۰) و باوجود جزئی‌بودن معلولش، می‌شود آن را در قالب گزاره‌ای شرطی که کلیت دارد نیز مطرح کرد و گفت: اگر چنین شود، چنان می‌شود^۳.

مثالی که شیخ برای تقریب به ذهن چنین علمی طرح می‌کند، مثال خسوف است: منجمی را تصور کنید که به توافی و هم‌آهنگی و همراهی علت‌های پدیده‌ها چشم بسته، در گوشه‌ی رصدخانه‌ی خود نشسته و با محاسبه‌های فنی و ریاضی به این نتیجه رسیده است که (با تصرف از بهشتی، ۱۳۸۶: ۲۷۳) در فلان درجه از فلان برج که در نیمه‌ی شمالی است، قمر در حالت مقابله با خورشید قرار خواهد گرفت و (با حائل شدن زمین) خسوف رخ خواهد داد. همچنین با همان محاسبات، فاصله‌ی خسوف محاسبه‌شده و خسوف قبلی و بعدی را نیز می‌داند (ابن‌سینا، ۱۴۰۴: ۳۶۰). علم این منجم، قبل و بعد از رخ دادن

خسوف، ثابت است و بر اثر انفعال حسی صرف به‌دست نیامده است (نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵: ۳۰۸).

در برابر این منجم، گروه دیگری نیز هستند که توانایی پی‌بردن به علل از طریق محاسبات نجومی را ندارند و فقط در هنگام دیدن خسوف است که به وقوع آن پی می‌برند. علم این دسته به‌گونه‌ای است که حالت عالم، پیش و پس از وقوع خسوف تغییر می‌کند؛ یعنی تا این پدیده رخ نداده بود، از وقوعش خبر نداشتند و پس از وقوعش، به آن عالم می‌شوند (نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵: ۳۰۸).

چنان‌که ملاحظه می‌کنید، هر دو علم، علم به جزئی است، اما شیوه‌ی حصول آن دو متمایز است. یکی با پی‌بردن به علل حاصل می‌شود و دیگری با مشاهده‌ی معلول. شیخ در تمثیل خسوف، چند پیش‌فرض متافیزیکی اساسی (منظور متافیزیک علم است) را اعمال می‌کند:

رابطه‌ی ضروری در جهان: نخست اینکه بین رویدادهای عالم (جزئی و کلی) رابطه‌ی ضروری برقرار است. در متافیزیک سینوی جایی برای اتفاق وجود ندارد و هر معلولی ضرورتاً از علتش صادر می‌شود و اگر هم کسی از اتفاق سخنی به‌میان می‌آورد، از سر جهل و به‌خاطر احاطه‌نداشتنش به علت است (ابن سینا، ۱۴۰۴ج: ۶۴؛ همچنین ر.ک به شرح‌های: صدرالدین شیرازی، بی‌تا: ۲۵۵؛ مطهری، ۱۳۸۴: ۳۹۶-۳۹۷ و ۴۰۱).

شیوه‌ی درک چنین ضرورتی: در طرح ابن سینا، شیوه‌ی درک رابطه‌ی جزئی-ضروری، شیوه‌ی حسی نیست. در ادراک حسی، حس‌کننده و محسوس هر دو حاضرند (ابن سینا، ۱۳۷۳: ۵۸۲) و اساساً چنین علمی، علم پیش از وقوع پدیده محسوب نمی‌شود، اما علم منجم، پیش‌بینی قبل از وقوع پدیده است. پس چنین علمی از چه راهی به‌دست می‌آید؟ در آرای شیخ می‌شود دو شیوه‌ی رسیدن به چنین علمی را یافت: یکی روش عرفانی و رسیدن به علم پیشینی، با اتصال به مبادی عالی (نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵: ۴۰۰-۴۰۲) و دیگری راه عادی‌ای که منجم می‌پیماید؛ یعنی بهره‌گیری از علمی حصولی؛ این علم حصولی که هیئت است، به دو شاخه‌ی ریاضیات، یعنی حساب و هندسه مرتبط می‌شود (ابن سینا، ۱۴۰۴: ۱۹). در علم به جزئیات از طریق ریاضی، ابن سینا دیگر به طبیعت و ماهیات اشیا که برای علم کلی مفید بودند، نظر ندارد، بلکه به مقادیر و حرکات و سکانات جزئی پیش‌بینی‌پذیر عطف‌نظر کرده است. اما اگر انتساب این دیدگاه به شیخ روا باشد، مشکل

انحراف وی از روش پژوهش ارسطویی بر طبیعات پیش می‌آید که پس از بررسی دیدگاه گالیله، در دورنمایی از نقطه‌ی افتراق روشی این دو اندیشمندان، به آن اشاره می‌کنیم.

۴. گالیله و اظهار بی‌نیازی از تجربه

چنان‌که اشاره کردیم، در مقابل دیدگاهی که به ریاضی‌گرایی روش‌شناختی افراطی مشهور است و ریاضیات را مسلط بر روش‌شناسی گالیله در نظر می‌گیرد (Finocchiaro, 2014: 276)، دیدگاه دیگری هم هست که با تکیه‌ی بر عبارتهایی از گالیله نشان می‌دهد که وی از تجربه غافل نبوده است (برت، ۱۳۶۹: ۶۸-۶۹)، اما عباراتی که در ادامه خواهیم آورد، با رأی نخست هماهنگی بیشتری دارد.

گالیله در مواضع متعددی ندای بی‌نیازی از تجربه سر می‌دهد و مدعی اعمال روشی است که پیش از مشاهده هم نتیجه‌ی یقینی به‌بار می‌آورد.

برای نزدیک‌شدن ذهن به ادعای گالیله، دو نمونه از مواضعی را می‌آوریم که در آنها گالیله مدعی بی‌نیازی از تجربه شده است.

یکی در جایی است که سخنگوی ارسطو^۴ برای نفی متحرک‌بودن زمین مدعی می‌شود که اگر زمین شبیه‌به کشتی باشد و از دکل کشتی سنگی پرتاب شود، حال سنگ، پیش و پس از حرکت تغییر می‌کند؛ یعنی اگر سنگ در حالت سکون کشتی پرتاب شود، در نقطه‌ی الف می‌افتد و اگر در حالت حرکت آن پرتاب شود، در نقطه‌ی الف+۱ فرود می‌آید. ادعای زمین متحرک نیز به همین صورت است؛ یعنی مثلاً در صورت انداختن دو سنگ از یک برج (برج کج پیزا)، در دو زمان متفاوت، سنگ دومی، جلوتر از سنگ اولی می‌افتد، چون در فاصله‌ی بین افتادن اولی تا دومی، زمین حرکت کرده و فاصله‌ی را طی کرده است.

اما سخنگوی گالیله با این سخن مخالفت می‌کند و می‌گوید در هر دو فرض حرکت و سکون زمین، سنگ پرتاب‌شده از برج (در دو زمان مختلف)، در یک‌جا می‌افتد (رک. Galilei, 1967: 144-145; Petkov, 2010: 23-26).

اما دلیل سخنگوی گالیله بر این ادعایش چیست؟ وی مدعی است که بدون تجربه‌کردن نیز مطمئن است که معلول همان‌طوری است که بیان کرده، چون باید به این صورت رخ دهد^۵. سپس بیان می‌کند که حتی سخنگوی نظام ارسطویی نیز این مطلب را درمی‌یابد. وی برای اینکه دیدگاهش را به طرف مقابل بفهماند، از روش هندسی (با مفاهیم گوی و سطح صاف) بهره می‌گیرد و در پاسخ به ایراد رقیبش که انتزاع کمی ریاضیاتی - هندسی را در

پژوهش بر طبیعت کارآمد نمی‌داند، تأکید می‌کند که میان انتزاعیت هندسی و عینیت فیزیکی تخالفی نیست و اگر هم اختلافی پیش می‌آید، به‌خاطر ضعف محاسبه‌گر است. درواقع گالیله هندسه را در قالب فیزیکی یا فیزیک را در قالب هندسی تبیین نمی‌کند، بلکه ادعای اصلی او این است که رابطه‌ی یک‌به‌یک میان هندسه و فیزیک برقرار است (Pisano, et al., 2017: 190).

موضع دیگری که گالیله در آن مدعی شده که «علم به یک واقعیت از طریق کشف علت‌های آن، ذهن را آماده کرده تا دیگر واقعیت‌ها را دریابد و به‌آن‌ها برسد، بی‌آنکه به انجام تجربه نیاز باشد» (Galilei, 2001: 276)، در نکات استنتاجی روز چهارم کتاب مکالماتی درباب دو علم جدید آمده است. در این مورد، نویسنده فقط با استدلال ریاضی کردن، با اطمینان اظهار کرده است که «کافی است بدانیم که مسیر پرتابه‌ها، سهمی است تا بتوانیم با برهان ریاضی و بدون توسل به تجربه اثبات کنیم که برد بیشینه‌ی آن‌ها وقتی است که زاویه‌ی پرتاب، ۴۵ درجه باشد» (برت، ۱۳۶۹: ۶۸؛ Galilei, 2001: 276). وی همچنین مطلبی را اثبات می‌کند که شاید هیچ‌گاه تجربه نکرده باشد و آن عبارت است از به‌دست آوردن وضعیت پرتاب‌های دیگری که زیر ۴۵ درجه یا بالاتر از آن است. از نظر او مقادیر ثابت، بازه‌هایی ثابت دارند؛ مثلاً گوی‌هایی که در ارتفاع هفت نقطه پرتاب و آن‌هایی که در ارتفاع پنج نقطه پرتاب شده‌اند، در فاصله‌ای متناسب و برابر با خودشان فرود می‌آیند (Galilei, 2001: 276). درواقع وی مبدأ پرتاب، زاویه‌ی پرتاب و میزان شتاب را که علل مقدماتی‌اند، محاسبه کرده و سپس به معلول (یعنی افتادن در فاصله‌ای مشخص) رسیده است. ویلیام والیس در گزارشی که از این مطلب می‌آورد، حالت پرتاب‌کننده‌ی مشاهده‌گر را این‌گونه توصیف می‌کند: البته که پرتاب‌کننده نیز به این واقعیت علم دارد، اما علم داشتن به علت، چیزی است که به‌مراتب، فراتر از یادگیری از دیگران و آزمایش‌های مکرر است (Wallace, 1984: 333).

از این مطلب برمی‌آید که میان مشاهده‌گر حسی و محاسبه‌گری که گالیله معرفی می‌کند، تمایز برقرار است؛ دقیقاً همان‌طور که در مثال ابن‌سینا، وضعیت مشاهده‌کننده‌ی حسی خسوف و پیش‌بینی‌کننده‌ی آن متفاوت بود (نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵: ۳۰۸).

در پیش‌فرض‌های گالیله نیز می‌یابیم که اولاً وی به ضرورت عالم باور دارد و گفتن سخنی مثل «باید به این صورت رخ دهد» (Pisano, et al., 2017: 190)، مؤید این استنباط

است. به تعبیر خود وی، طبیعت بی عاطفه است و فقط از مجرای قوانین لاینگیری عمل می‌کند که خود، هیچ‌گاه آن را زیر پا نمی‌گذارد (برت، ۱۳۶۹: ۶۶).

ثانیاً از آنجاکه وی طبیعت را خطه‌ی ریاضیات می‌داند، این ضرورت طبیعت را معلول خصلت ذاتی ریاضی آن می‌داند (برت، ۱۳۶۹: ۶۶) و صراحتاً روش کشف این ضرورت را روش ریاضیاتی می‌داند. گالیله اگر از ضرورت علی و معلولی سخن می‌راند، مرادش ضرورت میان ویژگی‌های کمی علت و معلول است و به‌همین خاطر است که گاهی عوامل غیرکمی، نظیر اصطکاک و... را کنار می‌گذارد تا در نتیجه‌گیری‌اش اختلاف پیش نیاید (Wallace, 1981: 147). وی مفاهیم غیرریاضی را در بررسی علمی طبیعت وارد نمی‌کند (Levere; Shea, 1990: 142)، بلکه در شیوه‌ای که گالیله در پیش گرفته، انتزاعیات ریاضیاتی در جهان طبیعت به‌کار می‌رود. بنابر مشی وی، اگر هم خطایی در محاسبات پیش می‌آید، به‌خاطر دخالت ویژگی‌های فیزیکی‌ای است که از تطبیق انتزاعیات ریاضیاتی بر طبیعت جلوگیری می‌کنند (Wallace, 1981: 147).

از بررسی موارد این‌چنینی در آثار این دو اندیشمند، پیش‌فرض‌های متافیزیکی مشترکی را استنباط کردیم و گفتیم که هر دو اندیشمند ضرورت علی حاکم بر جهان را می‌پذیرند. به بیانی دیگر هر دو ارتباط وثیق میان علت و معلول را می‌پذیرند و جهان را براساس استثنا یا صدفه تفسیر نمی‌کنند. همچنین هیچ‌یک از آن دو، دست‌کم در مثال‌های طرح‌شده، برای اثبات مطلوبشان در عالم طبیعت، به ادراک حسی تکیه نمی‌کنند و سیر برهانی از علت به معلول را پیش می‌گیرند. اما معضل اصلی در اینجاست که روش این سیر برهانی، که در مثال‌های طرح‌شده، روش ریاضیاتی بود، با مشی ارسطویی مخالف است و همین انحراف، نقطه‌ی اشتراک نظرورزی ابن‌سینا و گالیله است.

۵. نقطه‌ی اشتراک دو اندیشمند: دورافتادن از روش ارسطویی

۱.۵ دیدگاه روشی ارسطو

معلم اول به وحدت کیهان معتقد است و روش مطالعه‌ی اشیای زمینی و سماوی را نیز روشی واحد می‌داند؛ یعنی روش کیفی فیزیکی که در طبیعیات استفاده می‌کرده است.^۷ ارسطو اگر درباره‌ی نجوم، نظری عرضه می‌کند، دیدگاهش، دیدگاه منجم فیزیک‌دان است، نه منجم ریاضی‌دان.^۸ منجم فیزیک‌دان ذات آسمان، ستاره‌ها، قدرت و کیفیت آن‌ها و

پیدایش و فسادشان را بررسی می‌کند و در واقع برهان‌هایی درباره‌ی اندازه، شکل و ترتیب آن‌ها می‌آورد (Evans, 1998: 218). اگر هم راجع به طبیعت ارضی بحثی می‌کند، به ذوات و ارتباط ضروری و کلی میان آن‌ها می‌پردازد، نه به عوارض مفارق و روابط جزئی. بنابراین از نظر او روش ریاضیاتی صلاحیت ورود به پژوهش طبیعی (ارضی و سماوی) را ندارد؛ چراکه به جای پرداختن به عوارض اشیای عینی، به اشیای انتزاعی، ایده‌آل و غیرحسی می‌پردازد (ر.ک: برت، ۱۳۶۹: بیست‌وسه). گالیله هم از قول سخنگوی ارسطو به همین عقیده‌ی ارسطویی اشاره می‌کند (Galilei, 1967: 203).

۲.۵ دیدگاه روشی ابن سینا

شیخ که پیرو ارسطوست نیز کاربرد روش ریاضیاتی در طبیعت را نمی‌پسندد و انتزاعات ریاضیاتی را در مطالعات ارضی، به همان دلیل که ارسطو نمی‌پذیرفت، پس می‌زند (ر.ک: ابن سینا، ۱۴۰۴ ج: ۲۰۱، ۱۴۲، ۱۶۸، ۱۲۰)، اما در موردی که پژوهش حاضر بر آن متمرکز شده است، یعنی علم جزئی به‌نحو کلی منجم، دیدگاهی را عرضه می‌کند که وحدت روشی ارسطویی را وامی‌نهد. توضیح آنکه هرچند بوعلی ایبستمه به معنای ارسطویی را می‌پذیرد و سعی می‌کند مثال خسوف را با کلیت و ضرورت طرح‌شده در ایبستمه مطابقت دهد (ابن سینا، ۱۳۷۳: ۲۲۶-۲۲۷)، اما در همان تمثیل، برای تصویرکردن شیوه‌ی محاسبه‌ی منجم، به مفاهیمی از قبیل جهات، درجات و محاسبات اشاره می‌کند؛ مفاهیمی که در ریاضیات، یعنی هندسه و حساب طرح می‌شود. در اینجاست که شیخ به‌طور ضمنی، در مقابل روش پژوهش ارسطو قرار می‌گیرد. البته ابن سینا گاهی صراحتاً مدعی شده است که علت حرکات سماوی را علم طبیعی تشریح می‌کند، نه ریاضی (ر.ک: ابن سینا، ۱۳۷۳: ۷۶ - ۷۷) اما این سخن وی به ریاضیاتی اشاره دارد که بر رصد متکی است (ابن سینا، ۱۳۷۳: ۷۶ - ۷۷). قوی‌ترین شاهد بر این تفسیر، همین مثال منجم است؛ منجمی که از رصد بهره نمی‌گیرد^۹ (ابن سینا، ۱۴۰۴ الف: ۱۵) و به‌صورت کلی، به جزئیات علم دارد. این علم به ریاضیاتی مستظهر است که به‌گونه‌ای ایده‌آل، از رصدهای حسی فاصله گرفته و همچون علم الهی، غیرانفعالی، یقینی و ضروری است.

اگر شیوه‌ی ابن سینا در مطالعه‌ی کرات سماوی عیناً مانند شیوه‌ی ارسطو می‌بود، پژوهشگرانی همچون دگ‌هازه نمی‌توانستند مدعی شوند که راه و روش و هدف یکسان منجمان مسلمان با کسانی مثل کپرنیک و خلف او، گالیله، باعث شده است میان

استنباط‌های این دو گروه هماهنگی و مشابهت ایجاد شود (Hasse, 2016: xvi). در واقع ابن‌سینا در پژوهش بر بخش سماویات مطرح در طبیعیات، روش انتزاعی ریاضیاتی را به رسمیت شناخته و شیوه‌ی بررسی کیهان را دویاره کرده و البته ایجاد این دوگانگی ابتکار شیخ نبوده است، بلکه پیروی از نجوم بطلمیوسی چنین روش دوگانه‌ی طبیعی (در پژوهش‌های ارضی)، ریاضیاتی (در پژوهش‌های سماوی) در مطالعه‌ی عالم را رقم زده است. بطلمیوس نجوم را شاخه‌ای از فیزیک یا حتی یکی از شاخه‌های فیزیکی ریاضیات نمی‌داند و هیچ نظریه‌ای مطرح نمی‌کند که به نظریه‌ی ارسطو در باب وحدت کیهان شبیه باشد. از نظر ارسطو، کنش‌های اجسام با طبیعت درونی‌شان توجیه می‌شود و منظور از اجسام، اجسام فیزیکی عالم تحت‌القمر و اجسام سماوی، یعنی موضوع علم هیئت است و اجسام سماوی حکمی جدای از اجسام عالم تحت‌القمر ندارند (Gardner, 1983: 205-207). اما بطلمیوس حرکت هریک از سیارات را مسئله‌ای جداگانه می‌دانست و باور داشت که این حرکات، در قالب نیروهای فیزیکی تبیین نمی‌شوند (Gardner, 1983: 207). به تعبیر بعضی دانشمندان، روش بطلمیوسی برای نجات پدیده‌ها بوده است. طبیعتاً چنین روشی پروای این را نداشته که با واقعیت طبیعی یا واقعیت طبیعی پنداری ارسطوییان مطابق باشد (Duhem, 1969: 82). برخی طبیعی‌دان‌های مسلمان نظیر ابن‌رشد صراحتاً روش بطلمیوس را به همین خاطر به باد انتقاد گرفته‌اند و آن را فیزیکی و واقعی ندانسته‌اند و گفته‌اند فقط در محاسبه‌کردن کارآمد است^{۱۱}. بنابر نتیجه‌ی پژوهش برخی محققان، همین انحراف ابن‌سینا از روش ارسطویی مایه‌ی رسوایی وی شده و خود شیخ نیز به آن پی برده و در صدد برآمده تا میان روش پژوهش بر طبیعیات و نجوم سازگاری ایجاد کند: «نجوم ریاضیاتی سنت بطلمیوسی که به صورت توسعه‌نیافته در بخش علم هیئت ریاضیات شفا و مواضع دیگری از آثار شیخ عرضه شده است، با کیهان‌شناسی فیزیکی وی در تعارض است و همین امر اصلی‌ترین نقطه‌ضعف نظام‌سازی اوست. به نظر می‌رسد ابن‌سینا از این نقطه‌ضعف آگاه بوده؛ چون خودش اعلام کرده که می‌خواهد رصدخانه و برنامه‌ی رصدی‌ای در اصفهان راه‌اندازی کند، اما در همین حین، اجلس می‌رسد. شاید مطلوب‌بودن این امر برای شیخ، به دلیل رسوایی رخ داده در هیئت باشد؛ این رسوایی عبارت است از ناسازگاری هیئت بطلمیوسی با کیهان‌شناسی فیزیکی ارسطویی» (Reisman; McGinnis, 2014: 69).

۳.۵ دیدگاه روشی گاليله

گاليله در آثار منطقی اش تلاش می کند به تعریف ارسطویی از ایستمه پایبند بماند و روش برهانی را بر صدر بنشانند. مثلاً در پاسخ به کسانی که خسوف جزئی را منحصر در زمانی خاص می دانند و آن را برهان پذیر نمی دانند، می گوید:

در هر مورد، یکی از این سه حالت پیش می آید: یا گزاره ای است که محمول، بی اختلاف و دائماً بر موضوع حمل می شود؛ یا بی اختلاف حمل می شود اما نه دائماً؛ یا اکثراً حمل می شود اما اختلاف در آن راه دارد و دائمی نیز نیست. ممکن است با یکی از این حالت ها برهان عرضه شود (Wallace, 1992: 157).

یا در جایی دیگر، صراحتاً خود را تابع قطعیت برهان می داند و به مشائی بودنش اذعان می کند (به نقل از Pisano, et al., 2017: 101) بر همین اساس است که کسی مانند والیس اظهار می کند که گاليله شروط ارسطویی واقعی بودن را این می داند که بر مسلک ارسطویی فلسفه ورزی شود؛ یعنی از روش ها، فروض و اصولی بهره برده شود که باید رویکرد علمی بر آن ها بنا شود و نوعی معرفت علمی فرض شود که کسی نتواند از آن سرپیچی کند و اگر هم از آن پیروی نکند، به خطایی جدی بر بخورد.

اما اگر کسی دست کم در ناحیه ی روش، گاليله را تابع ارسطو بداند، عملاً دره ی میان افکار آن دو را نادیده گرفته ؛ این دره عبارت است از تأکید گاليله بر روش ریاضیاتی در مطالعه ی طبیعت. حتی در عبارتی که گاليله خود را تابع روش علمی - برهانی ارسطویی می داند، چنین می گوید:

«من قطعی بودن برهان را از پیشرفت های متعددی دریافته ام که با ریاضیات محض حاصل شده اند و هرگز مغالطه آمیز نبوده اند. اگر هم در استدلال کردنم به خطا افتاده باشم، بسیار به ندرت بوده است. بنابراین، من در این مسئله، مشائی مسلک هستم» (Pisano, et al., 2017: 101).

گویی وی فقط در رسیدن به برهان کلی، ضروری و دائمی است که با ارسطو همسوست، نه در روش رسیدن به چنین کلیت و دوامی. از این روست که باید در دیدگاه والیس خدشه وارد کرد و دیدگاه محققانی را به جای آن نشانند که می گویند: گاليله واژه ی ارسطویی (مشائی) را در معنایی عام استفاده کرده است و منظورش همه ی کسانی بوده که می توانند از مقدمات به نتایج برسند... در واقع مقوم رویکرد علمی گاليله، استدلال ریاضیاتی است، نه قیاس های مطرح در علم مشائیان (Pisano, et al., 2017: 101).

گاليله روش رياضياتي را در جهان محسوس يا همان كيهان، به طور برابر به كار مي برد و در کنار تفاوت هاي بنيادين ديگر، پيش فرض ارسطويي مبني بر تمايز اجسام سماوي و ارضي را نيز نمي پذيرد و همين امر سبب مي شود كه نتوان سخني از دو ساحت آسمان و زمين به ميان آورد و سپس از وحدت يا كثرت روشي وي سخن گفت؛ اما اگر با تسامح و بنا بر پيش فرض ارسطويي، طبيعت را به دو بخش سماوي و ارضي تقسيم كنيم و بخواهيم روش پژوهش گاليله بر اين دو بخش را دريابيم، بايد بگوئيم وي وحدت روش داشته و در هر دو سطح، روش كمی را اعمال مي كرده است. براساس اين روش، وقتی با جهان محسوس روبه رو مي شويم، پديدار نوعي خاصي را برمي گيريم و در آن، تا آنجا كه مي توانيم فحص مي كنيم تا ابتدا عناصر بسيط و مطلقي از آن را كه بتوانند به راحتی و به تمامي به جامه ي رياضي درآيند، به نحو شهودي دريابيم. معنی این كار (به عبارت ديگر) این است كه شئي محسوس را به عناصری تحليل كنيم كه نسب كمی با هم داشته باشند. پس از اينكه چنين كرديم، ديگر به شئي محسوس حاجتي نداريم. عناصر حاصله، مقومات واقعي آن شيء اند و اگر به روش محض رياضي، نتایجی برهاني از آنها به دست آوريم (مرحله ي دوم)، آن نتایج در همه ي مصاديق مشابه صادق اند، ولو تحقيق و تأييد تجربی نتایج آن در مواردی ناممكن باشد (برت، ۱۳۶۹: ۷۲).

۶. نتیجه گیری

در تبیین وظیفه ی فیزیک جدید گفته اند این علم مدل هایی ریاضیاتی را ارائه می دهد كه به گونه ای دقیق، كنش های ماده را پيش بيني می كند. در واقع می شود توفیق شگفت انگیز فیزیک را در قالب این واقعیت تبیین كرد كه از زمان گاليله، بر پروژه ای ضيق تر متمرکز شده كه به ساختار علی ماده می پردازد، نه به طبيعت بنيادين ماده ای كه آن ساختار را دارد.

اما در فیزیک ارسطويي كنش های اجسام با طبيعت درونی شان توجه می شود و اجسام سماوي كه موضوع هيئت است نيز از اين قاعده مستثنی نیست.

در مقابل، شيخ الرئیس هر چند گاهی تأکید می كند كه علم طبيعي علت حرکات اجسام سماوي را به دست می آورد، نه علم رياضي، اما اين اظهار نظر وي به رياضياتی اشاره دارد كه با رصد پشتيبانی می شود. در مثال خاص منجمی كه جزئیات را به نحو كلي می دانند و علمش شبیه به علم باری است، ظاهراً می بينيم كه سخن از ارساد جزئی نیست و گویی با رياضياتی محض و ساختاریاب سروكار داريم، نه رياضياتی مخلوط با رصد حسی. مؤيد

این دیدگاه، سخنانی است که شیخ در همان مثال منجم، درخصوص جهات، درجات و محاسبات می‌گوید و به طبیعت جسم سماوی اشاره‌ای نمی‌کند. می‌توان گفت دلیل اینکه شیخ در پژوهش‌های سماوی‌اش از ذات و طبیعت شیء (که در واقع در طبیعیات ارسطویی، تبیینگر حرکات و سکانات اشیاست) سخنی به میان نمی‌آورد، آن است که گاهی رصدی را با طبیعیات ارسطویی سازگار نمی‌یابد؛ مثلاً وی در موضعی، دیدگاهی را به این دلیل باطل می‌داند که با مشاهدات رصدی در تضاد است (ابن سینا، ۱۴۰۴: ۶۳)، اما نمی‌توان ادعا کرد که هر آنچه در سماویات وی پیش‌بینی شده، بر رصد متکی بوده است؛ چراکه اصلاً ابزارهایی به قوت ابزارهای مدرن در دسترس او نبوده، بلکه رصد موجب شده است که در این حیطه، از روش ارسطویی رویگردان شود و پس از بهره‌گیری ابتدایی و بدوی از مشاهده و رصد، آن دسته از محاسبات و مدل‌های ریاضیاتی را جایگزین کند که علی‌رغم پیچیدگی‌های متکلفانه، گاهی عملاً در پیش‌بینی‌ها کارآمد بودند.

اگر استنباط اخیر را صحیح بینگاریم و پس از رصدهای ابتدایی، زمام بررسی سماویات را به دست محاسبات ریاضیاتی بدهیم، ملزم می‌شویم که شیوه‌ی شیخ درخصوص مطالعه‌ی اجسام سماوی را شیوه‌ی هم‌روح، هم‌روش و هم‌هدف با شیوه‌ی گالیله‌ای تلقی کنیم؛ پیش‌تر نیز اشاره کردیم که دگ‌هازه با همین استنباط هم‌رأی است و مدعی می‌شود که دلیل هماهنگی برخی استنباط‌های نجومی کپرنیک با دیدگاه منجمان مسلمان، بهره‌گیری از ترجمه‌ی آثار این منجمان نبوده، بلکه اشتراک کپرنیک (و به تبع او گالیله) با مسلمانان، در روح، روش و اهداف، سبب استنتاج نتایجی همسان شده است. بنابراین در اینجا، شیخ از روش ارسطویی در پژوهش بر برخی اجسام طبیعی (سماوی) باز می‌ماند. همین امر هم باعث شده که با گالیله در این نکته هم‌صدا شود (البته پس از گذر از رصدهای ابتدایی) که می‌شود بدون توسل به مشاهده‌ی حسی، براساس روابط هندسی - ریاضی، به نتایجی ضروری و کلی دست یافت. این نکته نیز درخور یادآوری است که نباید با سوءبرداشت گمان برد که لزوماً گالیله به جانب نظریه‌پردازی ریاضیاتی افراطی تمایل دارد؛ چراکه گاهی وی کسانی را که با براهین منطقی و نه مشاهدات، درباره‌ی عالم اظهارنظر می‌کردند، به تمسخر می‌گیرد (برت، ۱۳۶۹: ۶۸-۶۹). علت تبیین‌ها و پیش‌بینی‌های بسیط‌تر گالیله نیز آن است که ابزارهایی که وی با آن‌ها مشاهده‌های ابتدایی را انجام می‌داده، در مقایسه با ابزارهای رصدی قرون پیشین، دقت بیشتری داشتند. اما نباید این مطلب را شاهدی بر تکیه‌ی صرف او بر مشاهده دانست و از نظر دور داشت که سنگ‌بنای علم گالیله‌ای،

پیش فرضی روش شناختی است که به خودی خود، با مشاهده‌ی مستقیم و تجربه رابطه‌ای ندارد و آن عبارت است از اینکه زبان طبیعت، زبان ریاضیات است؛ حتی مشاهده‌ها و رصدهای ابتدایی گالیله نیز با همین اصل مشاهده‌ناپذیر راهبری می‌شود. به تعبیر برخی، در بازتصویر گالیله از طبیعت، این اصل غیرتجربی، حتی از استقبالی که وی از مدل کپرنیکی کیهان می‌کند نیز مبنایی‌تر است (Goff, 2019: 15).

از سوی دیگر مطالعه‌ی ساختارهای طبیعت و بهره‌گیری از زبان ریاضیات در تمامی حیطه‌های طبیعت (ارضی و سماوی) و وارد نکردن مفاهیم غیرریاضی در پژوهش‌های طبیعی، از ابتکارات گالیله است. اما در این ساحت، یعنی مطالعات ارضی، ابن‌سینا به طبیعیات ارسطو پایبند می‌ماند و کاربرد چارچوب‌های ریاضیاتی انتزاعی در آن را بر نمی‌تابد. جهت اشتراک نظر شیخ با ارسطو نیز در این است که همچون او، استفاده از انتزاع ریاضیاتی و کمیت محض در مطالعه‌ی پدیده‌های ارضی را نمی‌پذیرد و به مطالعه‌ی ذوات با شیوه‌ی فلسفی و براساس قواعد طبیعیات ارسطویی رغبت نشان می‌دهد و استفاده‌ی از مفاهیمی از قبیل طبیعت و ذات شیء را که مفاهیمی غیر کمی‌اند، ترجیح می‌دهد. در اینجا شیخ از روش گالیله نیز فاصله می‌گیرد.

بوعلی با هر دو اندیشمند یادشده زاویه دارد و دلیل زاویه‌داشتنش هم این است که هم ارسطو و هم گالیله، وحدت روشی داشته‌اند، اما ابن‌سینا با دوپاره‌شدن روشش، در بخشی از روش پژوهششان، با آنان هم‌مسلك می‌شود و در بخش دیگر، از آن‌ها انحراف پیدا می‌کند.

در نتیجه شیخ‌الرئیس به هیچ‌یک از دو شخصیت و روششان کاملاً متعهد نمانده و روشی نیمه‌گالیله‌ای، نیمه‌ارسطویی را به کار بسته است و دلیل مشابهت ادعایش با گالیله در بی‌نیازی از تجربه نیز جنبه‌ی نیمه‌گالیله‌ای ابن‌سیناست؛ یعنی جنبه‌ای که (شاید تا حدودی به‌ناچار) مطالعات محض ریاضیاتی در پدیده‌های سماوی را دست‌کم در مثال منجم، روا می‌داند. پس اجمالاً علت مشابهت دیدگاه شیخ (در موقعیت به‌خصوص منجم) و گالیله (به‌طور کلی) در خصوص بی‌نیازی از تجربه، این است که روش آن‌ها در این حیطه (مطالعه‌ی سماویات) هم‌پوشانی پیدا کرده است.

پی‌نوشت‌ها

۱. کاپالدی معتقد است گاليله به آزمایش‌های فیصله‌بخش، یعنی آزمایش‌هایی که نظریه‌ای را ابطال می‌کند، باور داشته است، اما این آزمایش‌ها صرفاً دقیق و جامع نبودن صورت‌بندی اولیه‌ی خصایص ریاضی را نشان می‌دهند (کاپالدی، ۱۳۹۰: ۱۷۴)، نه اینکه بر محاسبات ریاضی تفوق یابند یا از موجه‌بودن آن‌ها بکاهند. در واقع ضعف محاسبه‌گر است که اختلاف میان نظر و تجربه را پدید آورده (Galilei, 1967: 206-207)، نه اینکه در واقعیت، نظر ریاضیاتی چیزی بگوید و تجربه چیز دیگری. در این دیدگاه نیز اگرچه به نقش تجربه توجه شده، اما شأنی مستقل و اثباتی به آن داده نشده است و وجه نظر ریاضیاتی برجستگی دارد.

2. Epistme.

۳. صدرالمآلهین در شرح بر الهیات شفا (در مقام شارح دیدگاه ابن سینا) این براهین را چنین معرفی می‌کند: براهین این مسلک، از مقدمات ضروری مطلقاً دائمی گرفته می‌شود، نه براهینی که بر حسب وقتی خاص یا براساس دوام ذات، ضروری باشند. اگر نفوس ناتوان نبودند، می‌شد برای شناخت همه‌چیز، صرفاً به چنین علمی اکتفا کرد و به سراغ دیگر علوم نرفت. با معرفت به دست‌آمده از علم به اسباب و علل، حتی می‌شود به جزئیات و زمانیات نیز علم پیدا کرد؛ به این نحو که در طبیعت وجود و لوازمش و لوازم لوازم آن و اقسامش و اقسام اقسام آن نگرست تا سیر در لوازم و اقسام به پایان برسد و با دانستن اسباب جزئیات و اسباب اسبابشان، علم ثابت غیرزمانی (به‌نحو کلی) درباره‌ی جزئیات و متغیرات به‌دست آورد. این علم از قبیل استثنای شرطیات است: هرگاه چنین شود، چنان می‌شود. این علم همان علم به جزئیات، به‌صورت کلی است، اما نفوس بشری از پی‌موندن چنین روشی ناتوان است و نمی‌تواند در تفصیل جزئی و ضبط اقسام و مبادی تقسیمات و احاطه‌ی به حدود آن توفیق یابد؛ از این رو کاوش را با موضوع دیگری آغاز می‌کنند که زیرمجموعه‌ی مطلق وجود است؛ مثل موضوع طبیعیات یا ریاضیات یا خلقیات و منطقیات و به بحث از عوارض ذاتی آن‌ها و احوال کلی دربرگیرنده‌ی افرادش می‌پردازد، نه احوال کلی به‌نحو اطلاقی، بلکه کلی مختص به آن موضوع خاص. همچنین شاید نتواند در معرفت تمام حالات مختص به قسمی خاص از اقسام وجود مطلق نیز به روشی لمی سیر کند و برای شناخت سایر احوال کلی مرتبط با همه‌ی افراد آن موضوع، نیاز پیدا کند که موضوع دیگری را در ضمن آن موضوع عام‌تر مطرح کند؛ مثل طرح علم طب که زیرمجموعه‌ی علم طبیعی قرار می‌گیرد... و همچنین علم مناظر که زیرمجموعه‌ی علم هندسه قرار می‌گیرد. حتی ممکن است از این مرتبه نیز پایین‌تر بیاید و موضوع را اخص‌تر از اخص قبلی کند؛ چون از تحقیق در احوال مخصوص غیرشامل کلی‌ای که آن موضوع جزئی‌تر به آن می‌پرداخت نیز ناتوان است و از آن موضوع جزئی زیرمجموعه، به موضوعی اخص‌تر می‌رود؛ مثل علم به

- بیماری‌های چشمی که زیرمجموعه‌ی علم طب قرار می‌گیرد، یا علم هاله و قوس که زیرمجموعه‌ی علم مناظر است (صدرالدین شیرازی، بی تا: ۱۹).
۴. سیمپلیکیوس کیلیکیه‌ای Simplicius of Cilicia شارح ارسطوست و با سیمپلیکیوس Simplicious یادشده در اثر گالیله که شخصیتی خیالی است، تفاوت دارد. در کتاب گالیله، شخصیت اخیر، مدافع و سخنگوی (Spokesman) ارسطو و دیدگاه اوست.
5. The effect will happen as I tell you, because it must happen that way (Galilei, 1967: 145)
۶. ترجمه‌ای دیگر از این بیان نیز با مقصود ما هماهنگی بیشتری دارد: «علم به یک معلول که از طریق علت‌هایش حاصل می‌شود، ذهن را برای فهمیدن دیگر معلول‌ها و تصدیق به آن‌ها نیز آماده می‌کند، بی آنکه به تجربه نیازی باشد» (Wallace, 1984: 335).
۷. دوئم معتقد است تا پیش از کپرنیک، در مطالعه‌ی پدیده‌های عالم تحت‌القمر، روش کیفی و به تعبیر او، مطالعه‌ی جهان‌شناسی، روش غالب بوده است و فقط در دو علم عالم تحت‌القمر روش نظری ریاضیاتی رایج بوده است؛ یکی مناظر و مرایا و دیگری علم‌الاثقال (Duhem, 1969: 154).
۸. براساس نقل قول سیمپلیکیسو به نقل از جمینوس، تفاوت منجم فیزیک‌دان و ریاضی‌دان در این است که منجم فیزیک‌دان به دنبال علت‌هایی می‌گردد که در جوهر اجسام است و با آن‌هاست که معلول‌ها را مبرهن می‌کند و ملاحظاتی از این قبیل دارد که بهتر است ذات اشیاء حتماً ثابت باشد (Crombie, 1996: 183). وی ذات آسمان، ستاره‌ها، قدرت و کیفیت آن‌ها و پیدایش و فسادشان را بررسی می‌کند و در واقع برهان‌هایی درباره‌ی اندازه، شکل و ترتیب آن‌ها می‌آورد (Evans, 1998: 218)، اما منجم ریاضی‌دان به تحقیق در کیفیت‌های خارجی می‌پردازد و با استفاده از دوائر متحدالمرکز (فلک تدویر) و مختلف‌المرکز، فرض‌هایی را ابداع می‌کند تا پدیده‌ها را نجات دهد (Crombie, 1996: 183)؛ پس از آنجاکه به کمیت، مقدار و کیفیت مرتبط با شکل می‌پردازد، طبیعتاً به حساب و هندسه نیازمند است (Evans, 1998: 219).
۹. لو کنا نعلم أوقات مقابلة القمر للشمس و لا نرصد له.
۱۰. عبارتی چون کارآمدی محاسباتی روش بطلمیوسی که ابن رشد بیان کرد و همچنین تلاش ابن سینا برای گریز از روش صرفاً محاسباتی این نجوم، و تلاش این دسته از فیلسوفان برای هماهنگ کردن نجوم بطلمیوسی با فیزیکی ارسطویی نشان‌دهنده‌ی آن است که اولاً این فیلسوفان مشائی به ابزارانگارانه بودن نجوم بطلمیوسی باور داشتند؛ و ثانیاً درخصوص فیزیک ارسطویی، دیدگاهی واقع‌انگارانه داشتند. این برداشت، با سخن دوئم درخصوص اعتقاد بسیاری از فیلسوفان درخصوص ناواقع‌گرایی نجوم بطلمیوسی هماهنگ است (Gardner, 1983: 211).

کتاب نامه

- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۳۷۳). برهان شفا، ترجمه‌ى قوام صفرى، تهران: فکر روز.
- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۴۰۴) الف. التعليقات، قم: مکتب الاعلام الاسلامى.
- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۴۰۴) ب. الشفا - الهيات، تصحيح سعيد زائد؛ الاب قنوانى، قم: مرعشى نجفى.
- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۴۰۴) ج. الشفاء - الطبيعيات، ج ۱ (السماء الطبيعى)، چاپ دوم، قم، مرعشى نجفى.
- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۴۰۴) د. الشفاء - الطبيعيات، ج ۲ (السماء و العالم)، چاپ دوم، قم، مرعشى نجفى.
- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۳۷۹). النجاه، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ابن سينا، حسين بن عبدالله (۱۳۸۳). الهيات دانشنامه‌ى علائى، چاپ دوم، همدان: دانشگاه بوعلی سينا.
- بهشتى، احمد (۱۳۸۶). تجريد: شرح نمط هفتم از کتاب الاشارات و التنبهات، چاپ دوم، قم: بوستان کتاب.
- برت، ادوين آرتور (۱۳۶۹). مبادى مابعدالطبيعى علوم نوين، ترجمه‌ى دکتر سروش، تهران: انتشارات علمى و فرهنگى؛ مؤسسه‌ى مطالعات و تحقيقات فرهنگى.
- سجادی، سيد هدايت (۱۳۸۷). «مکانیک گاليله‌ای و حرکت‌شناسی در فلسفه‌ى اسلامى»، آينه‌ى معرفت، شماره ۱۵: ۳۲-۸۰.
- صدرالدين شيرازى، محمد بن ابراهيم (بى تا). الحاشیه‌ى على الهيات الشفا، قم: بيدار
- کاپالدى، نیکلاس (۱۳۹۰). فلسفه‌ى علم، ترجمه‌ى على حقى، چاپ سوم، تهران: سروش.
- مطهرى، مرتضى (۱۳۸۴). مجموعه آثار، ج ۷، چاپ هفتم، تهران: صدرا.
- نصيرالدين طوسى، محمد بن محمد (۱۳۷۵)، شرح الاشارات و التنبهات (مع المحاکمات)، ج ۳، قم: نشر البلاغه.

Crombie, A. C. (1996). Science, art and nature in medieval and modern thought, London and Rio grande: The Hambledon press.

Duhem, Pierre (1969). To save the phenomena, an essay on the idea of physical theory from Plato to Galileo, Chicago: University of Chicago press.

Evans, James (1998). The history and practice of ancient astronomy, New York; Oxford: Oxford university press.

Finocchiaro, Maurice A. (2014). The Routledge guidebook to Galileo's dialogue, London: Routledge taylor & francis group.

- Galilei, Galileo (1967). Dialogue concerning the two chief world systems - Ptolemaic & Copernican, translated by Stillman Drake, second edition, University of California press Berkeley and Los Angeles.
- Galilei, Galileo (2001). Dialogues concerning two new sciences, Translated by Henry Crew & Alfonso de Salvio, New York: William Andrew publishing.
- Gardner, Michael R. (1983). "Realism and instrumentalism in pre-newtonian astronomy", In: Testing scientific theories, Minnesota studies in the philosophy of science, Volume 10, pages 201-265.
- Goff, P. (2019). Galileo's Error: Foundations for a New Science of Consciousness, United States: Knopf/Doubleday Publishing Group.
- Hasse, Dag Nikolaus (2016). Success and suppression: Arabic sciences and philosophy in the renaissance, Cambridge, Massachusetts; London, England: Harvard University Press.
- Levere, Trevor H.; Shea, William R. (1990). Nature, Experiment, and the Sciences: Essays on Galileo and the History of Science in Honour of Stillman Drake, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Petkov, Vesselin (2012). Inertia and Gravitation: From Aristotle's Natural Motion to Geodesic worldlines in curved spacetime, Montreal: Minkowski institute press
- Pisano Raffaele; Agassi, Joseph; Drozdova, Daria (eds.) (2017). Hypotheses and Perspectives in the History and Philosophy of Science: Homage to Alexandre Koyré 1892-1964, Cham: Springer International Publishing AG.
- Reisman C. David; McGinnis, Jon (eds.) (2004). Interpreting Avicenna: Science And Philosophy In Medieval Islam-Proceedings Of The Second Conference Of The Avicenna Study Group (Islamic Philosophy, Theology, and Science), Leiden: Brill.
- Ross, W. D. (1978). The Works of Aristotle, United States: Franklin Library.
- Wallace, William A. (1981). Prelude to Galileo: Essays on medieval and sixteenth century sources of Galileo thought, Dordrecht: D. Reidel publishing company.
- Wallace, William A. (1992). Galileo's logical treatises: a translation, with notes and commentary, of his appropriated Latin questions on Aristotle's Posterior analytics, Dordrecht: Springer science+Business Media.
- Wallace, William A. (1984). Galileo and his sources: Heritage of the collegio romano in Galileo's science, Princeton: Princeton university press.