

تفکر تجربی در آزمایش‌های فکری دوره اسلامی^۱

نوشته جان مک گینس^۲

ترجمه زهرا علمدار^۳

چکیده

این پژوهش با بررسی زبان به کاررفته در آزمایش‌های فکری و مبانی روان‌شناختی آن‌ها آغاز می‌شود، آن گونه که نزد برخی فیلسوفان عربی نویسنده دوره اسلامی فهمیده می‌شد. سپس طبقه‌بندی‌ای از انواع مختلف آزمایش‌های فکری به کاررفته در جهان اسلام سده‌های میانه ارائه می‌دهد. این موارد شامل آزمایش‌های فکری صرفاً خیالی، آرمانی‌سازی‌ها و سرانجام آزمایش‌های فکری‌ای است که از ابزارهای هوشمندانه بهره می‌برند. پایان‌بخش این مطالعه، طرح این ایده است که آزمایش‌های فکری در این دوران، به مثابه حلقه واسطی میان عقل‌گرایی محض و تجربه‌گراییِ نوظهور عمل کرده‌اند.

کلیدواژه‌ها: آزمایش فکری، تجربه‌گرایی، عقل‌گرایی، ابن سینا، تجربه

۱. مقدمه

در زبان عربی (دوره اسلامی) اصطلاح یا عبارت خاصی برای «آزمایش فکری»^۴ وجود ندارد. با این حال، فیلسوفان و دانشمندان دوره اسلامی که به زبان عربی می‌نوشتند، نه تنها به طور عینی آزمایش‌های فکری را در فلسفه خود به کار می‌بستند؛ بلکه به صورت انتزاعی هم درباره محاسن و معایب آن‌ها بحث می‌کردند. در واقع، به نظر می‌رسد آزمایش‌های فکری حقیقتاً خیال متفکران سده‌های میانه در جهان اسلام را به خود مشغول کرده بود؛ متفکرانی که

۱. این مقاله ترجمه‌ای است از مقاله «Experimental thoughts on thought experiments in medieval Islam» در کتاب: The

Routledge Companion to Thought Experiments

۲. «Jon McGinnis»، استاد فلسفه و تاریخ علم در دانشگاه میزوری-سنت لوئیس آمریکا (jon.mcginis@utoronto.ca).

۳. دانشجوی دکتری تاریخ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران (alamdar.z@iums.ac.ir).

4. thought experiments

مجموعه چشمگیری از نمونه‌ها و تحلیل‌های مربوط به این گونه آزمایش‌ها را از خود بر جای گذاشته‌اند.

نوشتار حاضر ادعا نمی‌کند که تاریخچه‌ای جامع از این دسته آثار به دست می‌دهد، بلکه تمرکز اصلی آن - هرچند نه به طور انحصاری - بر نحوه به‌کارگیری و بررسی آزمایش‌های فکری در آرای ابن سینا (۳۷۰-۴۲۸ق) - که در سنت لاتینی با نام شهیر اویسنا (Avicenna) شناخته می‌شود - استوار است.

باین حال، در اثنای بحث، پژوهش حاضر به دیگر چهره‌های برجسته و نحوه کاربست و آرای آنان در باب آزمایش‌های فکری نیز گریز می‌زند. از جمله این چهره‌ها می‌توان به ابن هیثم (۳۵۴-۴۳۰ق)، در لاتین: الهازن^۱، نورشناس نامدار عرب‌زبان در دوره اسلامی، و ابوحامد غزالی (۴۵۰-۵۰۵ق)، متکلم پرآوازه مسلمان، اشاره کرد.

در گام نخست، می‌توان آزمایش‌های فکری در جهان عرب‌زبان دوره اسلامی را به دودسته تقسیم کرد: آزمایش‌هایی که انجام آن‌ها اصولاً ناممکن است، و آزمایش‌هایی که دست کم به نظر می‌رسد امکان‌پذیر باشند، حتی اگر در عمل نتوان آن‌ها را انجام داد.

«نمونه‌هایی از دسته نخست در فلسفه معاصر، شامل مواردی چون جهان‌های زامبی، تجزیه و بازترکیب اشخاص و نظایر آنهاست. در دوره اسلامی نیز، همچون امروز، این گونه آزمایش‌های فکری غالباً در حکم ابزارهایی برای برانگیختن شهود^۲ عمل می‌کردند؛ بدین غایت که برای شخص، ادراکی از اموری فراهم آورند که، دست کم، ممکن‌الوقوع یا ممکن‌التصور می‌نمایند. من این قسم از آزمایش‌های فکری را «آزمایش‌های فکری خیالی»^۳ می‌خوانم.»

نمونه‌های معاصر از دسته دوم آزمایش‌های فکری در آثار اینشتین فراوان‌اند؛ برای نمونه، سوار شدن بر پرتو نور، یا بهره‌گیری او از قطارهای در حال حرکت و درخشش آذرخش‌ها

1. Alhazen

2. intuition pumps

3. fictional thought experiments

در ارتباط با هم‌زمانی^۱، یا تجربه موردانتظار فرد در بالابری در حال سقوط آزاد برای تبیین گرانش.

از آنجاکه در دوره اسلامی، این قسم از آزمایش‌های فکری غالباً توصیفاتی آرمانی از موقعیت‌هایی به دست می‌دهند که در حالت عادی تحقق‌پذیرند، من این دسته را «آزمایش‌های فکری آرمانی»^۲ می‌نامم. دسته آزمایش‌های فکری آرمانی، خود به دو گروه تقسیم می‌شود: گروهی که به‌نوعی سازوکار مکانیکی متوسل می‌شوند - که اطلاق نام «آزمایش‌های فکری مکانیکی»^۳ بر آن‌ها مناسب است - و گروهی که چنین نیستند.

در ادامه این گام نخست، متفکران سده‌های میانه در جهان اسلام، اهداف متفاوتی برای آزمایش‌های فکری داشتند. در برخی موارد، هدف صرفاً این بود که به فرد یاری رساند تا نتیجه‌ای انتزاعی از یک برهان را تجسم کند، یا آن را به‌روشنی دریابد. این آزمایش‌های فکری، به‌خودی‌خود، جزء لاینفک برهان یا براهین اصلی برای دستیابی به نتیجه مطلوب به شمار نمی‌روند. در موارد دیگر، آزمایش فکری جزء لاینفک برهان است؛ به این علت که یا کل استدلال را تشکیل می‌دهد، یا مقصود از آن، اثبات یک مقدمه ضروری برای استدلال است.

افزون بر این، در مواردی که آزمایش فکری معطوف به اثبات یک مقدمه است، چه‌بسا نشان دهد که یک وضع امور، دست‌کم «ممکن» است، یا از آن مهم‌تر، ثابت کند که فرضی خاص، مُحَقَّق و مطابق با واقع است.

در راستای بسط این ملاحظات کلی، بحث را با گفتاری کوتاه درباره زبان و روان‌شناسی تخیل، به‌ویژه آن‌گونه که در آثار ابن‌سینا رخ می‌نماید، آغاز می‌کنم. این واقعیت که ابن‌سینا در حقیقت آزمایش‌های فکری را در دل یک نظام روان‌شناختی کلی گنجانده است، به نظر می‌رسد او را از متفکران پیش از خودش متمایز می‌سازد. پس از ملاحظات مربوط به

1. simultaneity

2. idealized thought experiments

3. mechanical thought experiments

روان‌شناسی، باقی این پژوهش به طبقه‌بندی انواع گوناگون آزمایش‌های فکری به کاررفته نزد متفکران جهان اسلام در سده‌های میانه اختصاص دارد: نخست، نمونه‌هایی از آزمایش‌های خیالی و دوم، آزمایش‌های آرمانی.

هرجا که امکان‌پذیر بوده، رویکردها و واکنش‌های فلسفی نسبت به آزمایش‌های فکری گوناگون را نیز به بحث گذاشته‌ام. امیدوارم آنچه در نهایت از این پژوهش پدیدار می‌گردد، طرحی کلی از جایگاه آزمایش‌های فکری در میان فیلسوفان و اندیشمندان عربی‌نویس دوره اسلامی باشد؛ طرحی که دیگران بتوانند با بهره‌گیری از آن، این تصویر را کامل کنند.

۲. زبان و روان‌شناسی آزمایش‌های فکری جهان اسلام در دوره میانه^۱

هرچند تردید چندانی وجود ندارد که فیلسوفان یونان باستان آنچه را ما امروزه «آزمایش‌های فکری» می‌نامیم ابداع کردند و به کار می‌بستند^۲ اما کاترینا یرودیاکونو نیز خاطرنشان کرده است که: «هیچ شاهدهی وجود ندارد که [باستانیان] مثال‌های مبتنی بر مفروضات خیالی یا ابداعی را در مقوله‌ای خاص طبقه‌بندی کرده باشند».^۳

با این حال، با رسیدن به روزگار ابن‌سینا، چنین تلقی می‌شد که مقدمات پیش‌برنده آزمایش‌های فکری مقوله‌ای خاص را تشکیل می‌دهند یا دست‌کم مسئله‌ای ویژه را طرح می‌کنند. برای درک این مسئله، باید از زبانی آغاز کرد که ارسطو و شارحانش برای آزمایش‌های فکری به کار می‌بردند؛ زیرا دقیقاً همین نظام اصطلاحاتی بود که فیلسوفان اسلامی، هنگام طرح‌ریزی یا بحث درباره آزمایش‌های فکری، عمدتاً به میراث بردند و به کار بستند.

۱. مفصل‌ترین بحثی که تا به امروز درباره نسبت آزمایش‌های فکری با نظریه‌های روان‌شناختی (علم النفس) بسط یافته در جهان اسلام دوره میانه مطرح شده، مقاله شاخص Tanelli Kukkonen در سال ۲۰۱۴ است که این بخش عمیقاً مرهون آن است.

۲. نک: Ierodiakonou و Becker در همین مجلد.

۳. نک: Ierodiakonou در همین مجلد، ص xxx.

احتمالاً ارسطو غالباً آزمایش‌های فکری را با یک گزاره شرطی طرح می‌کند.^۱ در این حالت، مقدم گزاره شرطی^۲، نقش فرض اولیه‌ای را ایفا می‌کند که بر آزمایش فکری حاکم است. در برخی مواضع – مانند فیزیک، ۷.۱، ۹۲۴۲-۱۰، آنجا که ارسطو بر محال بودن حرکت بالذات^۳ استدلال می‌کند – او صراحتاً آزمایش فکری را به عنوان یک فرضیه یا فرض^۴ طرح می‌کند. در زبان عربی دوره اسلامی، یا دست کم در واژگان فلسفی ابن سینا، مفهوم فرضیه یا فرض، به ویژه آن گونه که در آزمایش‌های فکری به کار می‌رود، معمولاً با واژه «فرض» معادل سازی می‌شود.

افزون بر این، ارسطو و شارحانش گاهی با استفاده از اصطلاحات مشتق از واژه یونانی *noein*، به معنای «اندیشیدن»، به آزمایش‌های فکری اشاره می‌کنند. نمونه‌ای از این امر در آثار ارسطو، در فیزیک، ۳۸، ۲۰۸ ۱۶-۱۴a آمده است؛ آنجا که وی برخی از آزمایش‌های فکری متضمن نامتناهی را نقد می‌کند. یحیی نحوی^۵ (۵۷۰-۴۹۰م)، شارح نوافلاطونی متأخر ارسطو، در شرح خود بر فیزیک، هنگام دفاع از ایده امتداد غیرمادی^۶، ارزیابی تأیید آمیزتری از آزمایش‌های «در اندیشه»^۷ ارائه می‌دهد. واژه یونانی *noein* و هم خانواده‌هایش در زبان عربی غالباً به یکی از مشتقات ریشه «عقل»، به معنای «تعقل کردن» ترجمه می‌شدند. متعلقات ادراک عقلی یا همان معقولات، بر ماهیات کلی اشیاء دلالت دارند که از شرایط مادی‌شان منتزع شده‌اند. از این رو، در مواردی که امور جزئی تخیل می‌شوند یا به مقدمات خلاف واقع نیاز است، معقولات چندان مناسب به نظر نمی‌رسند.

۱. نک: Kukkonen 2002 و ۲۰۱۴، به ویژه §۱ و Jerodiakonou 2005، به ویژه §IV.

2. antecedent

3. self-motion

4. hupekeito

5. John Philoponus

6. immaterial extension

7. kat' epinoian

آنچه در این موارد نیاز است، تخیلاتی خیال‌پردازانه‌تر است که در زبان یونانی فَنطاسیا^۱ نامیده می‌شود. در زبان عربی، برای افاده مفهوم فَنطاسیا، غالباً از انتقالِ عینِ تلفظِ آن^۲ به صورتِ fantāsiyā (فَنطاسیا) یا از اصطلاح بومی «خیال» استفاده می‌شد. نزد مشائیان در دوره اسلامی، هر دو واژه «فَنطاسیا» و «خیال» برای دلالت بر یک قوه خاص نفسانی، یعنی قوه خیال، یا دلالت بر محصول یکی از قوای نفسانی باطنی به کار می‌رفتند.

اشکال مسلم در به کارگیری صرف خیالات یا اوهام در آزمایش‌های فکری این است که ظاهراً هیچ‌گونه عامل نظارتی بر قوه متخیله وجود ندارد تا تضمین کند که متعلقات آن، امر آگاهی‌بخشی درباره جهان به ما می‌آموزند. درست همین نگرانی است که سیمپلیکیوس^۳ (ح. ۴۹۰-۵۶۰م)، فیلسوف نوافلاطونی دوره هلنیستی متأخر، را برانگیخت تا از اعتماد کردن به چنین اوهامی شکوه کند.

اکنون در جایگاهی هستیم که می‌توانیم آن مسئله ویژه‌ای را دریابیم که به نظر می‌رسد ابن‌سینا درباره مقدمات به کاررفته در آزمایش‌های فکری تشخیص داده بود. چنان‌که تانلی کوکونن با دقت ملاحظه می‌کند، اگر این مقدمات، محصولات قوه عاقله باشند، آنگاه آن‌ها «صرفاً شرایط مادی را در چارچوب مجموعه کاملاً تعریف‌شده‌ای از قوانین طبیعی مفروض و تغییرناپذیری، آرمانی‌سازی می‌کنند».^۴ به بیان دیگر، مقدمات تولیدشده توسط عقل، با فرض‌های خلاف واقعی که غالباً در کانون آزمایش‌های فکری قرار دارند، سازگار نمی‌شوند. ازسوی دیگر، اگر مقدمات آزمایش‌های فکری چیزی بیش از ترکیبات لگام‌گسیخته قوه متخیله نباشند، آنگاه هیچ تضمینی وجود ندارد که محتوای آن‌ها با چیزی در جهان مرتبط باشد، به گونه‌ای که بینشی ژرف‌تر نسبت به جهان به دست دهد. برای ابن‌سینا، پرسش مطرح‌شده پرسشی روان‌شناختی است: کدام قوه از قوای نفس است که

1. phantasia

2. transliteration

3. Simplicius

4. Kukkonen 2014, 446.

مقدمات به کاررفته در آزمایش‌های فکری (معتبر) را – در تقابل با هذیان‌های لگام‌گسیخته – تولید می‌کند؟ عقل بیش از حد محدود به نظر می‌رسد و خیال بیش از حد رها و بی‌قید. راه‌حل ابن‌سینا برای این معضل، معرفی یک قوه حسی باطنی جدید به نام «وهم» بود که به دلیل فقدان معادل دقیق انگلیسی، معمولاً *estimative faculty* نامیده می‌شود. ابن‌سینا قوه واهمه را در زمره حواس پنج‌گانه باطنی برمی‌شمارد که میان انسان‌ها و حیوانات غیر ناطق (رده‌بالا) مشترک است.^۱ این قوا عبارت‌اند از: حس مشترک^۲، حافظه^۳، قوای خیال^۴ و متخیله^۵، و در نهایت قوه واهمه. به عقیده ابن‌سینا، قوه واهمه ویژگی‌ها یا معانی غیر محسوس را در درون اشیاء جزئی محسوس ادراک می‌کند. مثال کلاسیک آن، تشخیص درنده‌خویی خاص یک گرگ معین توسط گوسفند است. در حیوانات غیر ناطق، قوه واهمه عالی‌ترین قوه نفسانی فعال است؛ فروتر از عقل، اما فراتر از قوه متخیله صرف.

افزون بر این، ابن‌سینا برای تبیین متعلقات و مقدمات علوم ریاضی، به قوه واهمه متوسل می‌شود. ابن‌سینا به ما می‌گوید که متعلقات ریاضیات، ویژگی‌های صوری خاصی از اشیاء مادی‌اند که با این حال، می‌توانند در قوه واهمه به صورت مجرد از عوارض مادی‌شان در نظر گرفته شوند. ابن‌سینا می‌گوید که این مجردات ریاضی، «بِالْفَرَض» موجودند؛ که معمولاً فرضی است که توسط قوه واهمه تخیل می‌شود. بدان معنا که اگرچه مجردات ریاضی در یک فعل ذهنی تصور وجود دارند، اما در جزئیات مادی عینی که جهان را پر کرده‌اند، موجود نیستند. بنابراین، این قوه واهمه است که تصویری آرمانی‌سازی شده از جهان را در اختیار ریاضی‌دانان و فیزیک‌دانان (نظری) قرار می‌دهد. از دیدگاه ابن‌سینا، اگر کسی بخواهد از امکان‌های تخیل شده در قوه واهمه به سوی آنچه در واقع موجود است حرکت کند، باید

1. Avicenna De anima, 4.3.

2. common sense

3. memory

4. retentive imagination

5. compositive imagination

برهانی نیز داشته باشد یا مصداقی واقعی در جهان برای آنچه قوه واهمه فرض می کند، ارائه دهد.

کوتاه سخن آنکه، ابن سینا مفهوم «قوه واهمه» را بسط داد تا شماری از پدیده های متفاوت اما مرتبط را تبیین کند. از جمله این پدیده ها، اندیشه های شبه عقلانی^۱ و فرایندهای شناختی آن دسته از جانورانِ عالی است که از نعمتِ عقل بی بهره اند. پدیده دیگر، نشان دادن این امر بود که چگونه مفاهیم آرمانی به کاررفته در ریاضیات — که در واقع، در عالم خارج وجود مستقل ندارند — می توانند در باب جهان واقع معرفت بخش باشند.

در نهایت، قوه واهمه زیربنایی روان شناختی برای آزمایش های فکری در اختیار ابن سینا قرار می دهد؛ زیربنایی که هم حق ماهیت غالباً خلاف واقع آن ها را ادا می کند و هم درعین حال تبیین می کند که چگونه این آزمایش ها می توانند حاوی دلالت هایی درباره جهان، آن گونه که واقعاً هست، باشند.

۳. آزمایش های فکری خیالی جهان اسلام در دوره میانی

در این بخش، دو نوع آزمایش فکری خیالی را با اهدافی کاملاً متفاوت بررسی می کنم. در یک حالت، آزمایش فکری نقش ابزاری کمکی و فرعی را ایفا می کند تا به شخص در فهم بهتر نتیجه استدلالی یاری رساند که خود مستقل از آن آزمایش فکری است. در حالت دیگر، آزمایش فکری جزء لاینفک کل استدلال است. در اینجا نیز، آزمایش های فکری خیالی از فرض اولیه ای آغاز می شوند که اجرای آن در اصل به لحاظ فیزیکی محال است، هرچند چه بسا فاعلی قادر مطلق، همچون خداوند، بتواند چنین وضعیت مفروضی را محقق سازد. به جرئت می توان گفت که شناخته شده ترین آزمایش فکری خیالی که از جهان اسلام در دوره میانه برآمده است، «انسان معلق» مشهور ابن سینا است.^۲ در اینجا این آزمایش فکری را از زبان خود ابن سینا می آوریم:

1. semi-rational thoughts

۲. نک: Marmura 1986، Druart 1988، Hasse 2000، به ویژه II.1.

آدمی باید از طریق فعلی از قوه واهمه چنان تصور کند (یتوهم) که گویی یکی از ما یکباره تام و تمام آفریده شده است، اما بینایی او از مشاهده بی‌واسطه اشیاى عالم خارج پوشیده مانده است. او چنان آفریده شده است که گویی در هوا یا در خلأ معلق است، بی‌آنکه هوا چنان او را در بر گیرد که آن را احساس کند، و اندام‌های بدنش از یکدیگر گشوده و دور نگاه‌داشته شده‌اند تا با یکدیگر تماس یا برخوردی نداشته باشند. سپس او در این امر تأمل می‌کند که آیا می‌تواند وجود ذات خویش را اثبات کند. او در اثبات ذات خود به مثابه امری موجود – بی‌آنکه [مجبور باشد] وجود هیچ‌یک از اجزای بیرونی یا درونی‌اش، قلبش، مغزش یا هر امر بیرونی دیگری را نیز اثبات کند – هیچ تردیدی به خود راه نمی‌دهد.^۱

ابن‌سینا این آزمایش فکری را دست‌کم پنج بار در سراسر مجموعه آثار خویش ارائه می‌دهد.^۲ هدف این آزمایش فکری آن است که فرد را وادارد تا ذات خویش را چه‌بسا متمایز از بدن خود یا ادراکات حسی‌اش ببیند. زیرا مسلماً چنین می‌نماید که ممکن است، حتی اگر صرفاً به واسطه فعل خداوند باشد، فردی یکباره و عاری از هرگونه داده حسی، احساسات یا خاطرات حسی پا به عرصه وجود بگذارد. باین حال، حتی در این وضعیت فقدان، تصور می‌شود که فرد به خویشتن خویش آگاه است (شعور به ذات)؛ یا دست‌کم ابن‌سینا چنین می‌پندارد.^۳

۱. (Avicenna, De anima) (النفس) 1.1, 16. یَجِبُ أَنْ يَتَوَهَّمَ الْوَاحِدُ مَنَّا كَأَنَّهُ خُلِقَ دَفْعَةً، وَخُلِقَ كَامِلًا، لَكِنَّهُ حُجِبَ بَصَرُهُ عَنْ مُشَاهَدَةِ الْخَارِجَاتِ، وَخُلِقَ يَهْوِي فِي هَوَاءٍ أَوْ خَلَاءٍ هَوِيًّا لَا يَصْدُمُهُ فِيهِ قَوَامُ الْهَوَاءِ صَدْمًا مَا يَحُوجُّ إِلَى أَنْ يَحْسَ، وَفُرِّقَ بَيْنَ أَعْضَائِهِ فَلَمْ تَتَلَقَ وَلَمْ تَتَمَسَّ، ثُمَّ يَتَأَمَّلُ: هَلْ يَثْبُتُ وجود ذاته، وَلَا يَشْكُ فِي إِثْبَاتِهِ لِدَاثَةِ مَوْجُودًا، وَلَا يَثْبُتُ مَعَ ذَلِكَ طَرَفًا مِنْ أَعْضَائِهِ، وَلَا بَاطِنًا مِنْ أَحْسَانِهِ، وَلَا قَلْبًا، وَلَا دِمَاغًا، وَلَا شَيْئًا مِنَ الْأَشْيَاءِ مِنْ خَارِجٍ. (فصل اول از مقاله اول از فن ششم از طبیعیات شفا).

۲. این موارد در De anima، بخش ۱.۱ (که در اینجا ترجمه شده است) و ۵.۷، الحکمة المشرقية، الإشارات والتنبيهات، و الرسالة الأضحوية فی المعاد آمده‌اند. برای مطالعه بحثی در باب تفاوت‌های میان این تقریرهای گوناگون، نک: Hasse 2000، صص. ۸۰-۸۷.

۳. برای مطالعه تفصیلی درباره خودآگاهی (یا التفات) در اندیشه ابن‌سینا، ر.ک: Jari Kaukua 2015. و درباره ایده انسان معلق ابن‌سینا ر.ک: Arezaei 2021.

آنچه شایان توجه است این است که ابن سینا در اینجا ادعا نمی‌کند که این آزمایش فکری برهان اقامه می‌کند که نفس یا ذات انسانی غیرمادی است. آنچه برای اثبات حقیقی این نتیجه لازم است، یک برهان درخور است که ابن سینا آن را افزون بر این آزمایش فکری ارائه می‌دهد.^۱ در عوض، به بیان ابن سینا، این آزمایش فکری صرفاً طریقی است برای برانگیختن و توجه دادن (تنبیه) ما، تا اندکی در این باره تأمل کنیم که یک وجود غیرمادی چگونه ممکن است باشد.^۲

جالب توجه است که ابن سینا واژه‌ای را نیز که از نظر ریشه‌شناختی خویشاوندی نزدیکی با «تنبیه» دارد، یعنی «تنبه» (باز هم به معنای بیدار کردن و برانگیختن)، در پیوند با هدف استقراء^۳ به کار می‌برد.^۴

ابن سینا به ما آگاهی می‌دهد که استقراء نمی‌تواند یک ادعای صادق کلی را اثبات کند، بلکه در بهترین حالت تنها می‌تواند نشان دهد که چیزی محتمل است.^۵ هرچند باید اذعان کرد که این پیوند سست است، اما حاکی از آن است که ابن سینا احتمالاً در رویه علمی خویش، آزمایش‌های فکری را دست کم هم‌ارز با استقراء می‌دانسته است.

با این حال، ابن سینا از آزمایش‌های فکری خیالی صرفاً به عنوان محرک‌هایی که هیچ نقش اساسی در براهین ندارند، استفاده نمی‌کند. در برخی موارد، آن‌ها جزء لاینفک یک برهان را تشکیل می‌دهند، چنان که در براهین غیرمستقیم چنین است. در واقع، ابن سینا در سراسر کتاب طبیعیات خویش بارها و بارها دقیقاً به همین شیوه بر آزمایش‌های فکری و استفاده از قوه واهمه تکیه می‌کند. نمونه‌های آن عبارت‌اند از: طبیعیات، ۲۰۱ به هنگام بحث از حرکت بالذات؛^۶ به کرات در سراسر طبیعیات، ۲۰۷-۹ و ۴۰۱، به هنگام بحث از مکان، خلأ و فضا؛^۷

۱. ر. ک: Avicenna, De anima, 5.2.

2. Avicenna, De anima, 1.1, 15.

3. induction

4. Avicenna, Burhān, 3.5, 158.

5. Avicenna, Burhān, 1.9, 48.

۶. در Kukkonen 2014 به تفصیل بررسی شده است.

7. McGinnis 2007a و Lammer 2016.

همچنین آزمایش‌های فکری به کرات در نقد او بر بی‌نهایت کوچک، یعنی اتمیسم (جزء لایتجزا) در طبیعیات، ۳.۴-۵ و بی‌نهایت بزرگ در طبیعیات، ۳.۷-۲۹ ظاهر می‌شوند. اینها تنها ذکر برخی از برجسته‌ترین موارد ظهور آزمایش‌های فکری در آثار ابن‌سینا است. اجازه دهید به اختصار به برخی از نظرات ابن‌سینا دربارهٔ خلأ^۳ و اینکه چگونه یک آزمایش فکری در رد آن توسط وی نقشی برجسته ایفا می‌کند، بپردازم.

ابن‌سینا مفهوم خلأ را با این ادعا معرفی می‌کند که طرف‌داران آن برای توجیه موضع خویش به یک آزمایش فکری خاص متوسل شده‌اند.^۴ در این آزمایش فکری، قائلان به خلأ جسم محاطی^۵ را در نظر می‌گیرند؛ خواه آب درون یک کوزه باشد و خواه آنچه در میان مدار گردش ماه به دور زمین جای دارد. در اینجا، جسم محاط در حدود معینی از جسم محیط^۶ قرار می‌گیرد. ابن‌سینا ادامه می‌دهد که آنان سپس از طریق فعلی از قوه واهمه، تصور می‌کنند که جسم محاط از میان رفته است؛ باین حال، از میان رفتن جسم محاط، فاصله یا بُعد میان حدود جسم محیط را از میان نمی‌برد. باین حال، آنچه از میان می‌رود و آنچه از میان نمی‌رود، دو امر متمایزند؛ بنابراین، نتیجه این آزمایش فکری آن است که فاصله یا بُعد از جسمی که در آن قرار دارد متمایز است، هرچند آن فاصله امری است که همراه با جسم - آن‌گاه که جسم در آن موجود است - وجود دارد.

نقد ابن‌سینا بر این استدلال، دقیقاً توسل به محدودیت‌های توانایی قوه واهمه است.^۷ در آغاز، ابن‌سینا با کمال میل روش کلی تحلیلی را که این آزمایش فکری به کار می‌بندد، تأیید می‌کند: شخص از قوه واهمه استفاده می‌کند تا یک ویژگی صوری را درون یک جسم برای بررسی دقیق‌تر مجزا سازد. در واقع، ابن‌سینا بر آن است که دقیقاً همین روش است که به شخص

1. Lettink 1999 و McGinnis 2015.

2. McGinnis 2010.

3. void

4. Avicenna, Physics, 2.6 [5].

5. contained body

6. containing body

7. Avicenna, Physics, 2.9 [11].

اجازه می‌دهد تا به لحاظ مفهومی صورت^۱ یک جسم را از ماده^۲ آن تمیز دهد. مشکل در مورد حاضر از آنجا ناشی می‌شود که گمان می‌رود آنچه در اندیشه قابل انفکاک است، در عالم واقع نیز باید قابل انفکاک باشد. او با توسل به مورد صورت - ماده مسئله را روشن می‌سازد: ابن سینا ملاحظه می‌کند که اگر کسی می‌توانست تمام صور را از یک ماده سلب کند، آن ماده به سادگی از وجود ساقط می‌شد، زیرا صورت، مبدأ فعلیت است.

و اما وی در باب مسئله فاصله خلأ موهوم، چنین می‌نویسد:

بپذیریم که این فاصله، آن‌گاه که جسم یا اجسام معینی از میان می‌روند، در قوه واهمه فرض می‌شود. آدمی از کجا می‌داند که این فعل قوه واهمه [هنگامی که بر امری موجود و مستقل از قوه واهمه اطلاق می‌گردد] کاذب نیست، تا در نتیجه، آنچه بر آن مترتب می‌شود محال باشد، و اینکه آیا این فرض در حقیقت اصلاً ممکن است، تا [در نتیجه] آنچه بر آن مترتب می‌شود ضروری باشد؟^۳

اشکال ابن سینا دارای دو وجه است. نخست آنکه، اگر بناست آزمایش فکری، وجود خارج از ذهن یک فاصله خلأ را نشان دهد، شخص باید نشان دهد که یک فاصله خلأ مستقل می‌تواند جدای از فعل قوه واهمه وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، باید اثبات کرد که وجود مستقل خلأ به امر محالی نمی‌انجامد؛ چنان‌که در مسئله ماده و صورت چنین است، زوال بالفعل صورت مستلزم فعلیت ماده بدون داشتن هیچ مبدأ فعلیتی، یعنی هیچ صورتی، خواهد بود. دوم آنکه، حتی با فرض اینکه بتوان نشان داد وجود مستقل خلأ ممکن است، این آزمایش فکری نشان نداده است که وجود خلأ ضروری است. باین حال، یکی از نشانه‌های

1. form

2. matter

۳. (Avicenna, Physics, 2.9 [11]) فَلْنَسْلَمْ أَنَّ هَذَا الْبَعْدَ مُفْتَرَضٌ عِنْدَ الْوَهْمِ إِذَا أُعْذِمَ جِسْمٌ أَوْ أَجْسَامٌ، فَمَا يَدْرِيهِ أَنْ هَذَا التَّوَهُّمُ لَيْسَ فَاسِدًا، حَتَّى لَا يَكُونَ تَابِعُهُ مُحَالًا؟ وَهَلْ صَحِيحٌ أَنَّ هَذَا الْفَرَضَ مُمَكِّنٌ، حَتَّى يَكُونَ مَا يَتَّبِعُهُ غَيْرَ مُحَالٍ؟ (فصل نهم از مقاله دوم از فن اول).

بارز معرفت علمی که قدمت آن دست کم به افلاطون و ارسطو^۱ بازمی‌گردد^۲، این است که معرفت علمی (به یونانی epistēmē، به عربی علم) ضروری و تبیین‌گر آن چیزی است که هست. ابن سینا این معیارها را برای علم می‌پذیرد. از این رو، او خرده می‌گیرد که آزمایش فکری به تنهایی نتوانسته است یکی از شروط علم را برآورده سازد؛ آنچه افزون بر این برای نشان دادن ضرورت وجود خلأ لازم است، یک برهان است.

هیچ‌یک از اینها به این معنا نیست که از نظر ابن سینا یک آزمایش فکری نمی‌تواند جزء لاینفک یک برهان باشد. ابطال خود وی بر خلأ، دقیقاً چنین نمونه‌ای را به دست می‌دهد. ابن سینا در طبیعات، ۲۸، در پی آن است تا نشان دهد که وجود خلأ حرکت را ناممکن می‌سازد. او سه نوع کلی از حرکت را برمی‌شمارد: حرکت طبیعی دوری (مانند حرکت افلاک)، حرکت طبیعی مستقیم (مانند حرکت عناصر، خاک، آب، هوا و آتش) و سرانجام حرکت قسری (همچون پرتابه‌ای مانند یک تیر یا تویی پرتاب شده). آزمایش‌های فکری در قالب براهین غیرمستقیم بر امتناع خلأ، در بررسی ابن سینا پیرامون هر سه دسته از حرکت ظاهر می‌شوند. من تنها به یک مورد خواهم پرداخت: ابطال او بر امکان حرکت قسری در خلأ.^۳ این استدلال با این تصور آغاز می‌شود که همراه با قائلان به خلأ فرض کنیم یک خلأ نامتناهی وجود دارد که اجسام در آن حرکت می‌کنند. حال در مورد حرکت قسری، برای مثال پرتاب تیر توسط من، من به واسطه کمان یک نیروی محرک معین را به تیر انتقال می‌دهم. در چنین وضعیت مفروضی، تیر یا بدون هیچ‌گونه کاستی تا بی‌نهایت به حرکت خود ادامه خواهد داد، یا از جنبش بازایستاده و به سکون درخواهد آمد. ابن سینا معتقد است که تیر نمی‌تواند تا بی‌نهایت به حرکت خود ادامه دهد، زیرا یک فاعل متناهی - و من متناهی‌ام - همواره تنها می‌تواند یک اثر متناهی ایجاد کند، اما اگر تیر بدون هیچ‌گاه توقف به حرکت ادامه دهد،

۱. قس. افلاطون، *تئاتوس*، C1۵۲ و ارسطو، *تحلیل‌های ثانی*، A.2، 12۷۱-b9.

۲. باید اذعان کرد که افلاطون در اینجا درباره ادراک سخن می‌گوید، اما اشارت بر این است که ادراک عین علم است؛ زیرا نشانه‌های بارز علم را در خود دارد: ناظر به «آنچه هست» است و خطاناپذیر (apseudēs) می‌باشد.

3. Avicenna, Physics, 2.8 [18].

من یک اثر نامتناهی ایجاد کرده‌ام. اگر حرکتِ تیر متوقف شود، آنگاه سلب یا عدم حرکت باید یا بالذات به تیر تعلق داشته باشد یا ناشی از یک علتِ خارجی باشد. اگر بی حرکتی، یعنی عدم حرکت، بالذات به تیر تعلق داشت، آنگاه حرکت آن از همان ابتدا محال می‌بود، زیرا ذاتِ آن مانع از حرکتش می‌شد. اما در مورد اینکه یک شیء خارجی تیر را به سکون وادارد، از ما خواسته شده بود که یک خلأ را تصور کنیم، و در نتیجه چیزی را که به معنای واقعی کلمه عاری از هرگونه علتی است که بتواند مانع از حرکت تیر شود. البته، ابن سینا هر یک از این مراحل را در استدلالِ خود با جزئیاتِ بیشتری بسط می‌دهد، اما تقریباً در هر مرحله، فرد تصور می‌کند که پرتابه چگونه در یک خلأ حرکت کرده یا به سکون می‌رسد. در این مورد و مواردِ دیگری که در آنها آزمایش‌های فکری جزءِ لاینفکِ برهان هستند، ابن سینا مقید نیست که نتیجه‌گیری خود را صرفاً به یک امکانِ موجود در قوه واهمه محدود سازد. دلیلِ این امر آن است که استدلال‌های یادشده دقیقاً با این هدف اقامه شده‌اند تا نشان دهند تحققِ مستقلِ موضوعِ آزمایشِ فکری، امری ممتنع است. بنابراین، اگر فرضِ اولیه به علاوه مجموعه‌ای از مقدماتِ کمکی که همگی صادق یا حتی ضروری در نظر گرفته می‌شوند، به یک امرِ محال یا امتناع بینجامد، فرضِ اولیه باید کنار گذاشته شود. هیچ‌یک از اینها برای ابن سینا تازگی ندارد. با این حال، این امر نشان می‌دهد که ابن سینا در ارتباط با استفادهٔ خویش از آزمایش‌های فکریِ خیالی قاعده‌مند عمل می‌کرده است: آنها یا باید با یک برهانِ مستقل همراه باشند و یا بدان سبب پذیرفته می‌شوند که مخالفِ فرد در واقع آنها را به عنوان توصیفاتی صادق از عالم واقع قبول دارد.

۴. آزمایش‌های فکریِ آرمانی جهانِ اسلام در دورهٔ میانه

آنچه آزمایش‌های فکریِ آرمانی را از آزمایش‌های فکریِ خیالی متمایز می‌سازد این است که قسمِ نخست دست کم این نمود را دارد که از نظر فیزیکی ممکن است و از این رو، می‌تواند بدون نیازِ ضروری به توسل به فعلِ یک فاعلِ قادرِ مطلق، در واقعیت محقق شود. من دو دستهٔ کلی از آزمایش‌های فکریِ آرمانی را که در دورهٔ اسلامی به کار می‌رفته‌اند در نظر می‌گیرم: آزمایش‌های فکریِ مکانیکی و آزمایش‌های فکریِ غیرمکانیکی. آزمایش‌های فکری

مکانیکی به یک ماشین یا دستگاه مبتکرانه متوسل می‌شوند و دست کم این تصور را ایجاد می‌کنند که شخص واقعاً می‌تواند آن آزمایش را انجام دهد یا آن دستگاه را بسازد. پیش از پرداختن به این آزمایش‌های فکری مکانیکی، اجازه دهید با یک مثال کلاسیک از یک آزمایش فکری آرمانی غیرمکانیکی آغاز کنم.

غزالی (۵۰۵-۴۵۰ق) در کتاب تهافت الفلاسفه خود، پافشاری فیلسوفان مبنی بر اینکه «اصل جهت کافی»^۱ باید بر تمام افعال حاکم باشد را به چالش می‌کشد. او نمی‌پذیرد که این اصل، آنگاه که پای انتخاب‌های فاعلان مختار به میان می‌آید، لزوماً جاری باشد. به طور خاص‌تر، غزالی می‌خواهد نشان دهد که حتی اگر دو گزینه کاملاً غیرقابل تمایز پیش رو نهاده شود، خداوند و حتی انسان‌ها می‌توانند، برخلاف الاغ بوریدان^۲، یکی را بر دیگری ترجیح دهند. استدلال او برای این نتیجه‌گیری، صرفاً بر آزمایش فکری آرمانی زیر استوار است:

فرض می‌کنیم (فَرَضُ) دو خرما^۳ غیرقابل تمایز در برابر کسی قرار دارد که با گرسنگی به آن‌ها می‌نگرد، اما از برداشتن هر دو ناتوان است. او به‌ضرورت یکی از آن‌ها را از طریق صفتی برمی‌دارد که ویژگی‌اش متمایز کردن یک چیز از مثل آن است. هر آنچه دربارهٔ اختصاصات ناشی از برتری، نزدیکی یا سهولت دسترسی ذکر کردید، بنا بر فرض (عَلَى فَرَضٍ)، منتفی می‌دانیم، اما امکان برداشتن همچنان باقی است. شما دو گزینه پیش رو دارید: یا (۱) بگویید که عدم تمایز به امیال او کاملاً غیرقابل تصور است که این سخنی باطل است؛ زیرا فرض [عدم تمایز دو خرما] ممکن است؛ یا (۲) که با فرض این عدم تمایز، آن مرد گرسنه و مشتاق همواره مردد باقی خواهد ماند و به آن دو [خرما] خیره می‌شود، اما هیچ‌یک از آن‌ها را صرفاً از طریق اراده بر نمی‌گیرد، بلکه برمی‌گزیند که از آن خواسته کناره گیرد که این امر نیز محال است و بطلان آن بالضرورة معلوم است.^۳

این استدلال سراسر است. از ما خواسته می‌شود تا یک وضعیت آرمانی را تصور کنیم که در آن هر عامل قابل تصویری برای ترجیح دادن یک گزینه مطلوب بر گزینه دیگر، حذف

1. principle of sufficient reason

2. Buridan's ass

3. al-Ghazālī, Incoherence (تهافت الفلاسفة), Disc. 1 [46].

شده است. غزالی تحقق این وضعیت مفروض را در عالم واقع — و نه صرفاً در قوه واهمه — آشکارا ممکن می‌داند. اگر این وضعیت ممکن باشد، آن‌گاه قطعاً ممکن است که مردِ گرسنه یک میوه را بر دیگری برگزیند، بی آنکه هیچ دلیلی در ترجیح آن میوه خاص در کار باشد. در واقع، غزالی معتقد است که انتخاب در این وضعیت نه تنها ممکن، بلکه ضروری است؛ بنابراین، او نتیجه می‌گیرد که حتی در انسان‌ها نیز باید نوعی قوه نفسانی وجود داشته باشد که میان چیزهای غیرقابل تمایز دست به انتخاب می‌زند که «عزم» یا «اراده» نامیده می‌شود. من هیچ فیلسوفی را نمی‌شناسم که در چارچوب علم النفس سینوی کار کرده باشد و به این آزمایش فکری پرداخته باشد. احتمالاً ابن سینا اگر با آن مواجه می‌شد، دلیلی مطالبه می‌کرد مبنی بر اینکه وضعیت تصور شده امکان تحقق در عالم واقع را نیز دارد و صرفاً در قوه واهمه موجود نیست.

شاید پاسخ جالب‌تر از سوی فیلسوف مشائی اندلسی، ابن رشد (۵۲۰-۵۹۵ق) ارائه شده باشد. اگرچه توضیحات ابن رشد درباره ماهیت آزمایش‌های فکری آرمانی به عنوان یک دسته از استدلال‌ها اطلاعات اندکی به دست می‌دهد، اما درباره مثال حاضر آموزنده است.^۱ ابن رشد خُرده می‌گیرد که آزمایش فکری غزالی، مجموعه واحد و یگانه‌ای از ترجیحات را پیش نمی‌نهد؛ برای نمونه، ترجیح خوردن خرمای اول یا خرمای دوم. در عوض، ابن رشد ملاحظه می‌کند که دو مجموعه متمایز از ترجیحات وجود دارد: (۱) خوردن یا نخوردن و (۲) خوردن خرمای اول یا خرمای دوم. البته در خصوص مجموعه (۱)، شخص گرسنه برای ترجیح خوردن بر نخوردن، دلیلی تام و تمام دارد، و از این رو، مسلماً بر مبنای همان دلیل، اراده خوردن می‌کند. این فعل، صرف‌نظر از اینکه او خرمای اول را بخورد یا خرمای دوم را، محقق می‌شود. اما در مورد حالت (۲)، اگر متعاقباً از آن مرد پرسیده شود که چرا، برای مثال، خرمای اول را بر خرمای دوم ترجیح داد، او خواهد گفت که یک خرمای را بر دیگری ترجیح نداده است؛ بلکه او صرفاً خوردن را بر نخوردن ترجیح داده است. بنابراین، در حالی که هیچ

دلیلی برای ترجیح یک خرما بر خرمای دیگر وجود ندارد، هیچ ترجیحی هم برای یک خرما بر دیگری در کار نیست که نیازمند دلیل باشد. با این حال، باز هم به نظر می‌رسد از بحث ابن‌رشد در اینجا نمی‌توان نکته‌چندانی درباره ماهیت آزمایش‌های فکری یا آرمان‌سازی استنباط کرد.^۱

حال اگر به گونه مکانیکی آزمایش‌های فکری آرمانی بپردازیم، این آزمایش‌ها به دلایل آشکار، تقریباً منحصرأ در مباحث و مسائل علوم طبیعی به کار می‌رفتند. دلیل آن این است که این دسته شامل توصیف یک ماشین یا دستگاه است که دست کم در اصل می‌تواند ساخته شود و به همین دلیل باید مقید به قوانین فیزیک و اصول مکانیک باشد. یکی از این مسائل فیزیکی که در آن شاهد تکرر آزمایش‌های فکری مکانیکی بوده‌ایم، مسئله *quies media*، یعنی سکون میانی است.

مسئله مورد بحث این است که آیا جسمی که دستخوش تغییرات متضاد می‌شود، باید میان یک تغییر و تغییر متضاد پس از آن، به نوعی سکون دست یابد یا خیر. برای مثال، آیا توپی که به سمت بالا پرتاب می‌شود، پیش از حرکت به سمت پایین، باید به سکونی جزئی (هرچند بسیار کوتاه) برسد، یا اینکه توپ می‌تواند به طور آنی از حرکت به سمت بالا به حرکت به سمت پایین تغییر جهت دهد؟ ارسطو در کتاب فیزیک خود، ۸،۸، در دفاع از سکون میانی استدلال کرده بود. استدلال کلی او ساختاری شبیه به این داشت: فرض کنید جسمی از نقطه A به C حرکت کند. این جسم در هر لحظه از حرکت خود از A به C، در حال رسیدن به C است؛ حال آنکه در هر لحظه از حرکت بازگشتی‌اش از C به A، در حال رسیدن به A است. از آنجا که A همان C نیست، از این رو در اثنای حرکت بازگشتی جسم به سمت A، این جسم دیگر در حال رسیدن به C نخواهد بود. حال، «در - حال - رسیدن - به - C - بودن» و «در - حال - رسیدن - به - C - نبودن» دو محمول متناقض هستند، و هیچ چیز نمی‌تواند به طور هم‌زمان واجد محمول‌های متناقض باشد. در نتیجه، ارسطو استدلال می‌کند که باید یک «آن»

وجود داشته باشد که جسم در آن به جیم می‌رسد و آن دیگری که در آن از جیم فاصله می‌گیرد. سرانجام، از آنجا که زمان پیوسته است و بر روی یک پیوستار، میان هر دو نقطه (یا در اینجا دو «آن»، یعنی نقاط زمانی) مقداری وجود دارد، لاجرم باید میان «آن» رسیدن جسم به نقطه C و «آن» دور شدنش از C، یک مقدار زمانی - و در نتیجه، مدتی زمان - وجود داشته باشد که جسم در طول آن در C ساکن بماند.

سخن ارسطو در این باب به هیچ وجه حرف آخر نبود. در واقع، این مسئله در زمان ابن سینا هنوز بسیار زنده و مطرح بود.^۱ در حقیقت، این مسئله چنان مناقشه‌ای برانگیخته بود که ابن سینا یک فصل کامل از کتاب طبیعیات خویش (۴۸) را به آن اختصاص داد. ابن سینا خود حتی اذعان می‌کند که استدلال‌های هیچ یک از طرفین را چندان چشمگیر نیافته است.^۲ این مسئله به طور خاص برای ابن سینا چالشی مبرم بود، زیرا او تحلیلی از حرکت به دست داده بود که وقوع حرکت در یک «آن» را مجاز می‌شمرد؛ به نحوی که از نتیجه‌گیری ارسطو اجتناب ورزد.^۳ اما در باب ادله موافق و مخالف، ابن سینا خاطرنشان می‌سازد که مقدمه اصلی در براهین اثبات وجود یک سکون میان حرکت‌های متضاد، متضمن تشخیص نوعی امر محال ادعایی در وضعیت مفروض است؛ نظیر تناقضی که ارسطو در مورد پیش گفته بدان اشاره کرد. وی در ادامه یادآور می‌شود که ادله متقابل صرفاً باید نشان دهند که تغییر دفعی از یک نوع حرکت به ضد آن محال نیست. کسانی که با نتیجه‌گیری ارسطو مخالف بودند به این نکته اخیر متوسل شدند، و یک راه نسبتاً آسان برای نشان دادن آن امکان، صرفاً توصیف ماشینی است که دقیقاً چنین حرکتی را تولید کند.

ابن سینا خود به یکی از این دستگاه‌های پیشنهادی از سوی منتقدان وجود سکون میانی اشاره می‌کند.^۴ ما باید کره‌ای را تصور کنیم که بر روی چرخ سوار شده است و چرخ یک دوران پیوسته انجام می‌دهد. سپس یک سطح دُبعدی را در بالای دستگاه تصور کنید که به گونه‌ای

۱. ر. ک: Rashed 1999، به ویژه بخش ۲؛ 58-9 و Morrison 2005، ۲-۹۱ و Langermann 2008.

2. Avicenna, *Physics*, 4/8[9].

۳. ر. ک: Ahmed 2016 و Hasnawi 2001، McGinnis 2006.

4. Avicenna, *Physics*, 4/8[4].

قرار گرفته است که وقتی کره در طول دوران چرخ در بالاترین نقطه خود قرار می‌گیرد، در یک نقطه واحد مانند C با آن سطح برخورد می‌کند. از آنجا که چرخ که کره را حمل می‌کند به طور پیوسته در حال حرکت است، کره نقطه C را تنها برای یک آن لمس خواهد کرد. بنابراین، در طول صعود کره، در حال رسیدن به C خواهد بود، در صورتی که در طول نزولش در حال دور شدن از C (نرسیدن به آن) خواهد بود، دقیقاً همان‌طور که ارسطو توصیف می‌کند؛ و باین‌حال، برخلاف نظر ارسطو، کره تنها برای یک آن در نقطه C خواهد بود. اگرچه این مثال از حرکت دوری بهره می‌برد، اما حاکی از آن است که یک جسم واقعاً می‌تواند برای یک آن در یک نقطه باشد و در همان آن، از یک نوع حرکت به ضد آن تغییر حالت دهد.

چنان‌که پیش‌تر اشاره شد، ابن‌سینا تحت‌تأثیر هیچ‌یک از استدلال‌های موجود دربارهٔ این مسئله (چه موافق و چه مخالف) قرار نگرفت.^۱ ایراد او بر استدلال حاضر، مستلزم گریز دربارهٔ ماهیت آزمایش‌های فکری مکانیکی به طور کلی‌تر است.^۲ دغدغه‌های او بسیار شبیه به دغدغه‌هایی است که دربارهٔ آزمایش‌های فکری خیالی ثبت شده است. تفاوت در این است که در حالی که در مورد آزمایش‌های فکری خیالی، شخص باید برهانی اقامه کند مبنی بر اینکه آنچه آزمایش فکری توصیف می‌کند می‌تواند مستقل از قوه واهمه وجود داشته باشد، در یک آزمایش فکری مکانیکی ابتدا باید پرسید که آیا ماشین پیشنهادی در واقعیت اصلاً می‌تواند کار کند؟ آیا در اصل قابل ساخت است؟ اگر نتوان آن را ساخت، آنگاه باید با آن آزمایش فکری همانند یک آزمایش فکری خیالی برخورد کرد.

امروزه ممکن است فکر کنیم که آزمایش فکری پیشنهادی بلافاصله در آزمون «آیا می‌تواند کار کند؟» مردود می‌شود، زیرا به جای تمسک به انواع طبیعی، به کرات و سطوح کامل،

۱. اگرچه ابن‌سینا در نهایت با ارسطو هم‌عقیده خواهد بود که باید میان حرکت‌های متضاد سکونی وجود داشته باشد، استدلال منحصربه‌فرد خود او برای این مدعا، به جای انواع حرکات دخیل، به نیروهای پدیدآورنده حرکت‌ها توسل می‌جوید.

یعنی انواع آرمانی‌شده ریاضی آن‌ها متوسل می‌گردد. در واقع، ابن سینا ذکر کرده است که برخی دقیقاً به همین شکل بر این آزمایش فکری خُرده گرفته‌اند. ابن سینا این ایراد را به‌عنوان ایرادی ناکافی رد می‌کند، زیرا در کیهان‌شناسی او در واقع کراتی با مصداق کامل وجود داشتند؛ یعنی همان افلاک آسمانی که سیارات را در مدارهایشان به حرکت درمی‌آوردند. در نتیجه، بنا بر آرای ابن سینا، دست کم بخشی از این دستگاه تصور شده می‌تواند تحقق فیزیکی بیابد.

در واقع، اشکال ابن سینا زمانی مطرح می‌شود که بررسی می‌کند آیا این کرات دوار می‌تواند با یک سطح تخت، تنها در یک نقطه واحد تماس شوند؟ کرات کاملی که ابن سینا تحقق آن‌ها را جایز می‌شمارد، در درون یکدیگر جای گرفته‌اند. از این رو، هرچند ممکن است کره‌ای با سطح کره دیگری تماس شود، اما از منظر ابن سینا، این تماس نه در یک نقطه واحد، بلکه به‌تمامی صورت می‌پذیرد؛ به این نحو که کره مفروض خواه محیط باشد و خواه محاط. در واقع، او استدلال می‌کند که می‌توان امتناع فیزیکی تماس واقعی یک کره با یک سطح تخت در یک نقطه واحد را مبرهن ساخت؛ حتی اگر وجود فیزیکی یک کره کامل و یک سطح دوبعدی را مفروض بگیریم. او این‌گونه استدلال می‌کند: میان سطح تخت و کره یا باید خلأ باشد یا نه. ابن سینا در فصل ۲۸ از کتاب طبیعیات، به تفصیل استدلال کرد تا نشان دهد که خلأ نه تنها به لحاظ فیزیکی، بلکه به لحاظ مفهومی نیز ممتنع [= محال] است.^۱ بنابراین، اگر دستگاه پیشنهادی مستلزم خلأ باشد، پس مستلزم یک امر محال است، و از این رو باید خود محصول پوچی از تخیل باشد.

استدلال ابن سینا چنین ادامه می‌یابد: «اگر خلای وجود نداشته باشد، پس باید یک ملاً^۲ وجود داشته باشد که سطح آن با سطح تخت دوبعدی و سطح محدب کره در تماس باشد». اکنون، بر اساس نظریه اتصال اجسام طبیعی^۳ که ابن سینا بدان قائل است، نقاط در یک سطح پیوسته هیچ‌گونه وجود متعینی ندارند، مگر به‌عنوان نقاط پایانی خطوط. در نتیجه، ابن سینا چنین ادامه

1. McGinnis 2007b و SIV، به‌ویژه 5.3، و Lammer 2016، §5.3.

2. plenum

3. continuous theory of physical bodies

می‌دهد که نقاط تنها در صورتی در پیوستار وجود می‌یابند که انفصالی فیزیکی در سطح متصل رخ دهد که در این حالت، نقطه به عنوان یک نهایت موجودیت می‌یابد، و در غیر این صورت، صرفاً به عنوان محصول فرضِ قوه واهمه وجود دارد. بنابراین، ابن سینا استدلال می‌کند که باتوجه به همین ماهیت پیوستار، محال است که نقطه واحدِ کره بتواند دارای یک موقعیت مجزا و متعین در سطحِ ملأی باشد که با سطح تختِ دُو بُعدی تماس پیدا می‌کند. او نقد خود بر این آزمایش فکری را چنین به پایان می‌برد:

این [استدلال]، قوانین طبیعت را وابسته به برخی انتزاعات ریاضی قوه واهمه می‌سازد که درست نیست. در واقع، فراتر از خروج از علم [طبیعیات]، آن [استدلال] حتی مستلزم آنچه [آنان] می‌خواستند اثبات کنند نیز نیست، بلکه تنها ایجاب می‌کند که اتصالِ دو حرکتِ معین در قوه واهمه باشد. با این حال، ما انکار نمی‌کنیم که این اتصال در قوه واهمه است. ما [اتصال را] تنها درباره امور طبیعی که از انتزاعات قوه واهمه انحراف دارند، انکار می‌کنیم.^۱

به عنوان یک ضمیمه تاریخی جالب، علامه پساسینوی، قطب‌الدین شیرازی (۶۳۳-۷۱۰ ق) نشان داد که چگونه یک مدل به کار رفته در نجوم می‌تواند یک حرکت پیوسته را میان جسمی که صعود می‌کند و سپس نزول می‌یابد، ایجاد کند؛ مدلی که شاید از نقد ابن سینا در امان باشد.^۲

شیرازی از یک ابزار ریاضی - موسوم به جفت طوسی^۳ - بهره برد که نصیرالدین طوسی (۶۷۲-۵۹۷ ق) آن را برای ایجاد تطابق بهتر میان رصدهای نجومی و پیش‌بینی‌های مدل زمین مرکزی کیهان (که اخترشناسان باستان و دوره اسلامی پذیرفته بودند) ابداع کرده بود. جفت طوسی، دو دایره را فرض می‌گیرد که به طور پیوسته و یکنواخت دوران می‌کنند (اما

۱. (Physics, 4/8[12], Avicenna) عَلَى أَنَّ هَذَا تَعْلِيقٌ لِأَحْكَامِ طَبِيعِيَّةِ بَأَوْهَامِ رِيَاضِيَّةٍ، وَهُوَ غَيْرُ صَوَابٍ؛ فَإِنَّ ذَلِكَ، مَعَ أَنَّهُ خُرُوجٌ عَنِ الصَّنَاعَةِ، فَلَيْسَ يَلْزَمُ مِنْهُ الْمُرَادُ عَلَى مَا بَيَّنَّاهُ، إِلَّا أَنْ يُوجِبَ مِنْهُ اتِّصَالُ الْحَرَكَتَيْنِ الْمَذْكُورَتَيْنِ فِي الْوَهْمِ، وَنَحْنُ لَا نَمْنَعُ اتِّصَالَ الْحَرَكَتَيْنِ الْمَذْكُورَتَيْنِ فِي الْوَهْمِ، إِنَّمَا نَمْنَعُ ذَلِكَ فِي الْأُمُورِ الطَّبِيعِيَّةِ الْخَارِجَةِ عَنِ الْأَوْهَامِ. (فصل هشتم از مقاله چهارم از فن اول طبیعیات شفا (سماع طبیعی)).

2. Morrison 2005, 58-9 & 91.

3. Tūsī couple

این ابزار را می‌شد با استفاده از کرات نیز ساخت). یک دایره درون دایره دیگر قرار دارد؛ به‌طوری که قطر دایره درونی نصف قطر دایره بیرونی است و با سرعتی دوبرابر و در جهت مخالف دایره حاوی می‌چرخد. طوسی مشاهده کرد که اثر کلی این است که یک نقطه خاص بر روی محیط دایره کوچک‌تر، در امتداد قطر دایره بزرگ‌تر به بالا و پایین نوسان می‌کند. این «نقطه» نوسان‌کننده، پس از آن با یک سیاره مطابقت داده شد.^۱ سهم شیرازی در بحث درباره سکون میانی این بود که خاطر نشان کرد از آنجاکه این نوسان صرفاً حاصل دوران‌های پیوسته است، نقطه/سیاره به یک نقطه پایانی قطر می‌رسد و سپس بدون سکون (زیرا دوران‌ها متوقف نمی‌شوند)، به طور آنی به سوی نقطه پایانی دیگر بازمی‌گردد. در نتیجه، تا آنجا که شخص معتقد باشد مدل نجومی به کاررفته در نظام‌های بطلمیوسی کارکرد واقعی افلاک را توصیف می‌کند، جفت طوسی از آزمون «آیا می‌تواند کار کند؟» ابن سینا با موفقیت عبور می‌کند.

اجازه دهید سخن را با آخرین دسته از آزمایش‌های فکری آرمانی مکانیکی محتمل به پایان ببرم که این بار از نورشناسی بزرگ مسلمان در دوره اسلامی، ابن هیشم، برگرفته شده‌اند.^۲ (من واژه «محتمل» را به کار می‌برم، زیرا از نظر برخی افراد، مثال‌هایی که ارائه می‌دهم به جای آنکه آزمایش فکری باشند، نمونه‌هایی از آزمایش‌های واقعی تلقی می‌شوند؛ باین حال، قضاوت در این باره را بر عهده خواننده می‌گذارم).

ابن هیشم در سرتاسر کتاب المناظر^۳ خود، رویکردی را اتخاذ می‌کند که در ظاهر یک رویکرد تجربه‌گرایانه سرسختانه به مطالعه نورشناسی است، و آزمایش‌ها و دستگاه‌های متعددی را برای تأیید تجربی اصول مختلف به کاررفته در نورشناسی پیشنهاد می‌دهد. او در موارد متعددی، مجموعه‌ای از آزمایش‌ها را پیشنهاد می‌کند که نیازمند ساخت دستگاه‌هایی بسیار دقیق‌اند که وی آن‌ها را با دقتی موشکافانه توصیف می‌کند؛ در واقع چنان دقتی که به نظر

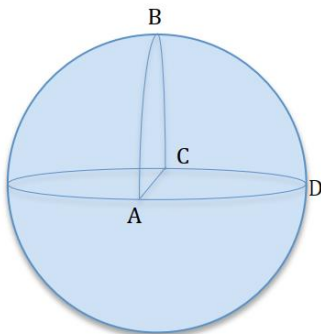
۱. نمایش گرافیکی آن را می‌توان در ویکی‌پدیا ذیل مدخل «جفت طوسی» یافت:

https://en.wikipedia.org/wiki/Tusi_couple

۲. موضعی که در اینجا ارائه می‌دهم، تا حد زیادی متکی بر A. Mark Smith 2015: ch. 5 است.

3. Book of Optics

می‌رسد این دستگاه‌ها بیشتر آرمان‌سازی باشند تا ابزارهایی که واقعاً توسط او به کار رفته‌اند. متأسفانه، جزئیات دقیق توصیفات او و زمانی که برای شرح آن‌ها لازم است، مانع از آن می‌شود که حتی یکی از آن‌ها را با تمام جزئیات در اینجا ارائه دهم، هرچند یک مثال ممکن است به روشن شدن منظورم کمک کند.



هنگام بررسی انکسار، ابن‌هیثم دستگاهی را برای آزمایش ویژگی‌های انکساری محیط‌های مختلف توصیف می‌کند که به عنوان یکی از اجزای خود، نیازمند یک ربع کره شیشه‌ای نسبتاً بزرگ است (مانند، برای مثال، ABCD در نمودار). پرتوهای نور، پیش از عبور از محیطی دیگر مانند هوا یا آب، از درون این ربع کره عبور داده می‌شوند. وضعیت فناوری

شیشه‌گری، به‌ویژه در دورانی پیش از تولید ماشینی ظروف شیشه‌ای، فرض این مسئله را دشوار می‌سازد که ربع کره‌های ساخته‌شده در روزگار ابن‌هیثم، از نقایص گوناگون خاص اقلام شیشه‌ای دست‌ساز عاری بوده باشند؛ نقایصی مانند حباب‌های ریز یا آثار مختلف کشیدگی، قالب‌گیری، بُرش، و اثر میله دم‌کشی. با این حال، این نواقص، نتایج مشاهده‌شده آزمایش‌ها را مخدوش می‌ساختند. به طور مشابه، برای اینکه دستگاه بتواند نتایج دقیق ریاضی را که ابن‌هیثم ادعا می‌کند به دست دهد، لازم است دو سطح تخت ربع کره دقیقاً عمود بر هم و سطح منحنی آن کاملاً محدب باشد؛ ویژگی‌هایی که باز هم باتوجه به فناوری آن زمان تقریباً غیرممکن به نظر می‌رسند.

ابن‌هیثم الزامات سخت‌گیرانه مشابهی را درباره مشخصات دستگاه دیگری مطرح می‌کند که اکنون برای اعتبارسنجی قانون تساوی زوایا که در مباحث انعکاس یافت می‌شود، به کار می‌رود.

ای. مارک اسمیت^۱، مورخ برجسته علم، درباره سطح دقتِ موردنیازِ این دستگاه برای دستیابی به نتایج ادعا شده چنین می گوید:

در واقع، باتوجه به غیرعملی بودن آشکار [دستگاه] دقیقاً به همان شکلی که توصیف شده است - که در آن تمام سطوح کاملاً هم ترازند و همه اندازه گیری‌ها کاملاً بازتولید شده‌اند - به نظر می‌رسد این آزمون یک آزمایش فکری پیچیده بوده است که برای تأیید آنچه [ابن هیثم] پیشاپیش مفروض گرفته بود (اینکه نور در زوایای مساوی منعکس می‌شود) طراحی شده است.^۲

قصد من تقلیل اهمیتِ سهم ابن هیثم در نورشناسی نیست - که در واقع بسیار چشمگیر است - بلکه صرفاً می‌خواهم پیشنهاد کنم که برخی از آزمایش‌های او را شاید به بهترین وجه بتوان به عنوان نمونه‌هایی از آنچه من آزمایش‌های فکری آرمانی نامیده‌ام، طبقه‌بندی کرد.

۴. نتیجه‌گیری

جای کمترین تردیدی نیست که اندیشمندان جهان اسلام در دوره میانه، به نقش و اهمیت آزمایش‌های فکری در فلسفه و علوم واقف بوده‌اند. در واقع، به نظر می‌رسد رواج آزمایش‌های فکری در این حوزه‌ها، ابن سینا را بر آن داشته است تا روان‌شناسی نهفته در پس آن‌ها را بکاود و قواعدی برای تعیین کاربردِ مقبول و نامقبولِ مقدماتی که بر آن‌ها تکیه دارند، ارائه دهد.

او خود آزمایش‌های فکری را، آنگاه که به مثابه ابزارهای برانگیزاننده شهود و در درجه نخست برای تنبیه [= بیدار کردنِ ذهن] و رساندن ما به درکِ بهتری از یک مطلبِ مستقلاً اثبات شده به کار می‌رفتند، می‌ستود و حتی از آن‌ها استفاده می‌کرد. باین حال، آنجا که آزمایش‌های فکری اجزای جدایی‌ناپذیرِ یک برهان به شمار می‌آمدند، وی محتاط‌تر بود. اگر آزمایش‌های فکری در براهین غیرمستقیم به کار می‌رفتند، می‌بایست بخشی از یک مقدمه شرطیه باشند که در آرمانی‌ترین حالت، به عنوان تالیِ یک فرض [=مقدم] عمل کنند که نفسِ امکانِ آن محلِ تردید بود. در هر کاربردِ دیگری، ابن سینا تأکید می‌کند که شخص

1. A. Mark Smith.

2. Smith 2015, 199.

باید ثابت کند وضعیتِ تخیل شده در آزمایش‌های فکری، می‌تواند عملاً در جهان خارج رخ دهد، و از این رو وجودِ آن صرفاً محصولِ ذهن، یا به طور خاص، بر ساختهٔ قوهٔ واهمه نیست. به عبارت دیگر، هنگامی که قرار بود آزمایش‌های فکری نقشی محوری در یک برهان ایفا کنند، ابن سینا لازم می‌داند که وضعیتِ مفروض، دست کم در اصل، قابلیتِ اجرا داشته باشد.

می‌شد نشان داد که یک وضعیتِ مفروض، دست کم در برخی موارد، در اصل قابلیتِ اجرا دارد، به شرطِ آنکه مبتنی بر یک دستگاهِ مکانیکی باشد که هیچ‌یک از اصولِ طبیعیات را نقض نکند. در واقع، به نظر می‌رسد که آزمایش‌های فکریِ مکانیکیِ آرمانی در قلمرو فلسفهٔ طبیعی - اعم از طبیعیات به معنای اخصِ آن، علمِ مناظر، علمِ هیئت و مانند آن‌ها - رواج فزاینده‌ای یافته بود. چنین رواجِ فزاینده‌ای دست کم حاکی از آن است که طبیعیات در جهان اسلام دورهٔ میانه، در حالِ بروز دادنِ نخستین گرایش‌ها به سوی یک رویکردِ تجربی به علوم بوده است؛ هر چند که این گرایش در قالبِ مفهوم «تجربهٔ روش‌مند»^۱ بهتر توصیف می‌شود. در هر صورت، استفاده از آزمایش‌های فکری بخشی از یک تجربه‌گرایی بوده است که دوشادوش یک تمایلِ بارزِ عقل‌گرایانه به پیش می‌رفت.

در خصوصِ شواهدی بر این نکتهٔ اخیر، دیدیم که ابن سینا شرط می‌کند آزمایش‌های فکری واقعاً باید با یک برهان همراه باشند. در این بافتار، مقصود از برهان یک قیاسِ معتبرِ منطقی است که از مبادیِ اولیهٔ ضروری استنتاج می‌شود؛ جایی که مبادیِ اولیه، دستاوردهای عقل هستند نه قوهٔ واهمه. به نظر می‌رسد همین گرایش در آزمایش‌های ابن هیثم نیز حضور دارد. دقتِ موشکافانه‌ای که او در توصیفِ دستگاه به کار رفته در آزمایش‌هایش به خرج داده است، قویاً ایجاب می‌کند که اقتضائاتِ یک برهانِ ریاضیِ آرمانی، هدایتگرِ دستورالعمل‌های تفصیلی او بوده باشد.

در نهایت، فیلسوف یهودی دوره اسلامی، ابوالبرکات [بغدادی] (۴۷۳-۵۶۰ق)، پس از فهرست کردن براهین مختلف در رد سکون میانی، خاطرنشان می‌سازد کسانی که به وجود سکون میانی قائل‌اند، تنها با برهانی که از عقل صادر شده باشد قانع می‌شوند.^۱ به طور ضمنی، استدلال‌های مکانیکی - چه از گونه آزمایش‌های فکری باشند و چه غیر از آن - در مرتبه‌ای فروتر از یک برهان عقلی تام قرار می‌گرفتند.

به عنوان نتیجه‌گیری، به نظر می‌رسد آزمایش‌های فکری در بستر اجتماعی دوره اسلامی، به مثابه حلقه واسطی میان تجربه‌گرایی و عقل‌گرایی عمل می‌کرده‌اند؛ به گونه‌ای که از یک سو، امکان آرمان‌سازیِ موردنیازِ عقل‌گرایی را فراهم می‌آوردند و از سوی دیگر، به شهودهای حسیِ موردِ پسندِ رویکردِ تجربی در علوم تمسک می‌جستند.

منابع

- Abū l-Barakāt (1938-1939), *Kitāb al-Mu'tabar fī l-ḥikma*, 3 vols., Hyderabad: Jam'iyā Dā'irat al-Ma'arif al-Uthmānīya; repr. Beirut: Dār wa Maktaba Biblion, 2012.
- Ahmed, A. (2016), "The Reception of Avicenna's Theory of motion in the Twelfth Century," *Arabic Science and Philosophy* 26.2, 215-243.
- Arezaei, H. (2021), "The Idea of the Suspended Man in Space; from Thought Experiment to Actual Realization," in Kadirican H. Keskinbora (ed.), *Revisiting Ibn Sina's (Avicenna) Heritage*, Bern: Peter Lang, 271-298.
- Averroes (1992), *The Incoherence of The Incoherence*, ed. M Bouyges, 3rd ed., Beirut: Dar al-Machreq sarl; translation in S. van den Bergh (trans.) *Averroes' Tahafut al- Tahafut*, 2 vols. Oxford: Oxford University Press, 1954.
- Avicenna (1952), *Madkhal*, ed. M. Khudaryī, F. al-Ahwānī and G. Anawātī, Cairo: The General Egyptian Book Organization.
- Avicenna (1959), *Avicennā s De anima, Being the Psychological Part of Kitāb al-Shifā'* ed. F. Rahman, London: Oxford University Press.
- Avicenna (1966), *Burhān*, ed. 'A. Badawī, Cairo: Association of Authorship, Translation and Publication Press.
- Avicenna (2009), *The Physics of The Healing*, ed. and trans. J. McGinnis, 2. vols., Provo: Brigham Young University Press.
- Black, D. L. (1993), "Estimation (*Wahm*) in Avicenna: The Logical and Psychological Dimensions," *Dialogue* 32.2, 219-58.

- Druart, Th.-A. (1988), "The Soul and Body Problem: Avicenna and Descartes," in Th.-A Druart, *rabic philosophy and the West. continuity and interaction*. Washington, D.C.: Center for Contemporary Arab Studies, Georgetown University.
- Al-Ghazālī (2000), *The Incoherence of the Philosophers*, ed. and trans. M. E. Marmura, Provo: righam Young University Press.
- Hall, R. (2006), "The 'Wahm' in Ibn Sina's Psychology," in M. Cândida Pacheco and J. F. Meirinhos (eds.) *Intellect et imagination dans la Philosophie Me diè vale. Actes du XF Congrè s International de Philosophie Me diè vale de la Sociè tè Internationale pour l Étude de la Philosophie Me diè vale (S.I.E.P.M.)*, Porto, du 6 au 31 août 00, vol. 1, Turnhout: Brepols, 533-49.
- Hasnawi, A. (2001), "La dè finition du mouvement dans la Physique du Šīfā' d'Avicenne," *Arabic Sciences and Philosophy* 11, 219-55.
- Hasse, D. (2000) *Avicennā s De anima in the Latin West*, London - Turin: The Warburg Insitute - Nino Aragno Editore.
- Ierodiakonou, K. (2005), "Ancient Thought Experiments: A First Approach," *Ancient Philosophy* 25, 125-40.
- Janssens, J. (2004) Experience (*tajriba*) in Classical Arabic Philosophy (al-Fārābī-Avicenna)," *Quaestio* 4, 45-62.
- Kaukua, J. (2015), *Self-Awareness in Islamic Philosophy: Avicenna and Beyond*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Knuuttila, S. & Kukkonen, T. (2011), "Thought Experiments and Indirect Proofs in Averroes, Aquinas, and Buridan," in K. Ierodiakonou & S. Roux (eds.), *Thought Experiments in Methodological and Historical Contexts*, Leiden: Brill.
- Kukkonen, T. (2002), "Alternatives to Alternatives: Approaches to Aristotle's Arguments *per impossibile*," *Vivarium* 40.2, 137-73.
- Kukkonen, T. (2014), "Ibn Sīnā and the Early History of Thought Experiments," *Journal of the History of Philosophy* 52.3, 433-59.
- Lammer, A. (2016), "The Elements of Avicenna's Physics: Greek Sources and Arabic Innovations," Ph.D. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität Mü nchen.
- Langermann, T. (2008), "*Quies Media*: A Lively Problem on the Agenda of Post- Avicennian Physics," in N. Bayhan (ed.) *Uluslararası İbn Sīna Sempozyumu, Bildiriler* 2. vols, Istanbul: Kü ltür A.Ş. Yayınları.
- Letting, P. (1999), "Ibn Sina on Atomism: Translation of Ibn Sina's *Kitab Al-Shifā, Al- Tabi'yyat I: Al-Sama' Al- Tabi'i* Third Treatise, Chapter 3-5," *Al-Shajarah* 4.1, 1-51.
- Marmura, M. E. (1986), "Avicenna's 'Flying Man' in Context," *The Monist* 69, 383-95; reprint in Marmura, M. E. (2005), *Probing in Islamic Philosophy*, Binghamton: Global Academic Publishing.
- McGinnis, J. (2003), "Scientific Methodologies in Medieval Islam: Induction and Experimentation in the Philosophy of Ibn Sīnā," *Journal of the History of Philosophy* 41, 307-327.
- McGinnis, J. (2006), "A medieval Arabic analysis of motion at an instant: the Avicennan sources to the *forma fluens/fluxus formae* debate," *British Journal for the History of Science* 39.2, 189-205.

- McGinnis (2007a), "Avoiding the Void: Avicenna on the Impossibility of Circular Motion in a Void," in P. Adamson (ed.) *The Proceedings of Classical Arabic Philosophy, Sources and Reception*, Warburg Institute Colloquia, 11, London: The Warburg Institute, 74-89.
- McGinnis, J. (2007b), "Logic and Science: The Role of Genus and Difference in Avicenna's Logic, Science and Natural Philosophy," *Documenti e studi sulla tradizione filosofica medievale* 18, 165-187.
- McGinnis, J. (2010), "Avicennan Infinity: A Select History of the Infinite through Avicenna," *Documenti e studi sulla tradizione filosofica medievale* 21, 199-222.
- McGinnis, J. (2015), 19. "A Small Discovery: Avicenna's Theory of *Minima Naturalia*," *Journal of the History of Philosophy* 53, 1-24.
- Morrison, R. (2005), "Qūṭb al-Dīn Shīrāzī's Hypotheses for Celestial Motions," *Journal for the History of Arabic Science* 13, 21-140.
- Philoponus (1887), *In Aristotelis De caelo Commentaria*, ed. I. L. Heiberg, *Commentaria In Aristotelem*, vol. 7, Berlin: typis et impensis Georgii Reimeri.
- Rashed, R. (1999), "Al-Qūhī vs. Aristotle: On Motion," *Arabic Sciences and Philosophy* 9.1, 7-24.
- Simplicius (1894), *In Aristotelis Physicorum Commentaria*, ed. H. Vitelli, *Commentaria In Aristotelem*, vols. 16-17, Berlin: typis et impensis Georgii Reimeri.
- Smith, A. M. (2015), *From Sight to Light: The Passage from Ancient to Modern Optics*, Chicago: University of Chicago Press.