

علل وقوع زلزله از نگاه متقدمان دوره اسلامی

(اواخر قرن دوم تا یازدهم) و کیفیت توجه به مخاطرات آن

خلیل‌اله بیات*

دانشجوی دکتری تاریخ علم دوره اسلامی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

فخرالدین احمدی دانش‌آشتیانی

دانشیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، عمران مهندسی زلزله

عبدالرسول عمادی

استاد مدعو تاریخ علم دوره اسلامی پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۱)

چکیده

گمان غالب بر آن است که مسلمانان نظریه «بخار تر و خشک» یا «آبخره و آدخنه» را به‌عنوان عامل وقوع زلزله از ارسطو اخذ کرده‌اند. این نظر خالی از حقیقت نیست، اما آشکارا تلاش‌های دانشمندان دوره اسلامی در تبیین زلزله را از طریق ارائه نظریه‌های جدید نادیده می‌گیرد. پژوهش پیش رو درصدد یافتن پاسخ این پرسش است که متقدمان دوره اسلامی در تبیین عوامل طبیعی وقوع زلزله به‌مثابه مخاطره طبیعی چه نوآوری‌هایی داشته‌اند؟ این تحقیق با روش پژوهش تاریخی به جست‌وجوی در آثار دانشمندان اواخر قرن دوم تا قرن یازدهم هجری می‌پردازد و با گردآوری و توصیف داده‌های مکتوب آنها را طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل می‌کند. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که مسلمانان با شرح و بسط، استدلال، تبیین و پذیرش بخار تر و خشک و با آگاهی از ضعف این نظریه در پاسخ‌دهی به پرسش‌های مقدر خود درباره زلزله، شش نظریه دیگر را هم در کنار آن عرضه داشته‌اند. این نظریه‌ها شامل «آب باران و بی‌بارانی»، «ریزش غارها و گودال‌های بزرگ زیر زمین»، «افتادن کوه‌ها، ریزش قلل و دماغه ارتفاعات»، «باد روی زمین یا فشار هوا»، «نور (حرارت یا آتش)» و «سقوط شهاب‌سنگ» می‌شود. طرح این نظریه‌های نوآورانه، از استقلال فکری و فلسفی دانشمندان مسلمان در تبیین پدیده زلزله حکایت دارد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ زلزله‌شناسی، زلزله، زمین‌لرزه، عوامل وقوع زلزله، مخاطرات طبیعی زلزله، نظریه‌های دوره اسلامی.

مقدمه

با وجود راه یافتن تبیین فراطبیعی زلزله به دوره‌های تاریخی، متقدمان دوره اسلامی همانند یونانیان سعی کردند طبیعت زمین‌لرزه را با ربط دادن آن به دیگر پدیده‌های محیط اطراف توضیح دهند. دانشمندان دوره اسلامی برای اولین بار نظریه بخار تر و خشک را از ارسطو آموختند و به تشریح، توصیف و تکمیل آن پرداختند. نشان دادن نوآوری‌های متقدمان مسلمان، وارد کردن نگرش تاریخ علمی در بین پژوهشگران حوزه تاریخ زلزله‌شناسی، احیای نظام زمین‌شناسانه و زلزله‌شناسانه برپایه مفاهیمی مانند طبیعیات، آثار علوی و نیز جبران فقر منابع در تاریخ زلزله‌شناسی و مخاطره‌شناسی دوره اسلامی، از دیگر ضروریات و اهداف این پژوهش است. مضاف بر این، موقعیت فلات ایران بر روی کمر بند آلپ-همالیا به‌عنوان یکی از مناطق زلزله‌خیز جهان [۳۲] و عبور این خط از بسیاری از سرزمین‌های اسلامی، ضرورت مطالعه و شناسایی اندیشه‌های پیشینیان برای مقابله با یکی از «مهم‌ترین مخاطرات ایران» [۳۴] و کشورهای اسلامی را دوچندان می‌کند. در مباحث مربوط به مخاطرات محیطی، پژوهش‌ها و تحقیقات زیادی در زمینه مخاطرات طبیعی نظیر زلزله انجام گرفته [۴۹، ۵۹]. اما به تاریخ و فلسفه آن کمتر توجه شده است. در حوزه دانش مخاطرات، پژوهش‌های تلفیقی و بین‌رشته‌ای کمتر در نظر گرفته شده است و جای خالی آن احساس می‌شود [۶۴]. در تاریخ علم که با اتخاذ موضعی درون‌گرایانه به‌دنبال ریشه‌یابی اندیشه‌های علمی هستیم و علوم در یک نظام طولی در تعامل معنایی هستند، بازشناسی ریشه‌های زلزله‌شناسی هم از جهت ربط آن با علوم پیش از خود و هم از جهت تأثیر آن بر دانشمندان بعدی بسیار حائز اهمیت است. در بحث زلزله و مخاطره‌شناسی، شاید مهم‌ترین نکته، بحث درباره «تعریف ماهیت مخاطره‌شناسی» آن است [۵۹]. در اینجا رسالت تاریخ علم و نقشی که در این زمینه باید ایفا کند، تفسیر تازه‌ای است که اهمیت تاریخی موضوع و دیدگاه پیشینیان را بازمی‌گوید. مخاطره‌شناسی را نمی‌توان جدا از دیگر علوم در نظر گرفت. این علم با بهره‌گیری از دانش‌های دیگر از جمله جغرافیا، فلسفه، تاریخ علم و ... خود را توانمند می‌سازد [۶۲]. میان وضعیت زلزله‌شناسی امروز و به‌ویژه تاریخ آن در دوره اسلامی گسست‌هایی وجود دارد که مانع شکل‌گیری فرهنگ و درک واحد در شناخت و بالطبع مقابله با مخاطرات آن شده است. ما به «فرهنگ ادراک مخاطره» [۶۳] نیاز داریم که ریشه‌های آن ممکن است تاریخ علمی باشد. البته پیشگیری از زمین‌لرزه و مقابله مؤثر با آن کمتر توجه متقدمان دوره اسلامی را برمی‌انگیخت و

چهبسا آنان مقابله با آن را خارج از توان بشر می‌یافتند و از این‌رو تنها برمبنای دریافت‌های عقلی و منطقی به تبیین آن می‌پرداختند.

زمین لرزه در دوره اسلامی به‌عنوان یکی از موضوعات «طبیعیات»، عمدتاً در مبحث آثار علوی طبقه‌بندی و از شاخه‌های نجوم دانسته شده است [۲۶]. رویکرد یادشده به گفتمان علمی آن روزگار و اعتقاد به عناصر «آب، آتش، خاک و هوا» در تحت فلک قمر بازمی‌گردد. در استخراج نظرها درباره عوامل وقوع زلزله با دو دسته از نویسندگان مواجهیم. گروه اول حکما، مورخان و جغرافی‌نویسان خردگرا و باورمند به تبیین طبیعی زلزله هستند. گروه دوم و اقلیت را باید در میان بعضی فقیهان، محدثان و حتی منجمان یافت. گروه اخیر با رویکرد حکمی اصولاً میانه نداشتند و سخت با چنین تبیین‌هایی مخالف بودند. بعضی از آنها شرح وقایع زلزله‌ها را در آثار خود آورده‌اند، اما صریحاً متعرض نظر حکما شده‌اند و تبیین طبیعی زلزله را بدعت و آنان را «جُهَلَا» خوانده‌اند [۲۰، ۳۶]. نکته اینکه، نظر گروه اول هم به‌دلیل ناآشنایی زلزله‌شناسان غربی و مستشرقان با فضای ذهنی و تاریخی حاکم بر گفتمان علم دوره اسلامی با بی‌اعتنایی روبه‌رو شده است. برمبنای برداشت اشتباه امبرسز و ملویل، «دریافت نویسندگان مسلمان از پدیده زمین‌لرزه از تفسیر علمی و منطقی [هرچند نادرست] تا تعبیر آن برپایه نادانی و خرافه‌گرایی متغیر است» [۶۹] و از این‌رو از قلمرو بررسی تاریخ زلزله‌شناسی بیرون است! پژوهشگران جهان اسلام هم احتمالاً به تبعیت از چنین نگاه‌های غیرکارشناسی، به نظر قدمای مسلمان در تبیین عوامل وقوع زمین‌لرزه علاقه‌ای نشان نداده‌اند. اثر تحقیقی دیگر در تاریخ زلزله‌شناسی در جهان اسلام کتاب *سجل الزلازل العربی، أحداث الزلازل و آثارها فی المصادر العربیه* به قلم الغنیم است که نادیده گرفتن تلاش اندیشمندان مسلمان در تبیین پدیده زلزله از ایرادهای بزرگ آن است. نویسنده با این پیشفرض که مسلمانان با انتخاب دیدگاه ارسطو، «تنها با اضافاتی به تشریح و غنابخشی به استدلال‌های دانشمندان یونانی مبادرت ورزیده‌اند» [۱۲]، منشأ زلزله را از نظر آنان، تنها آب‌خَره و آدخِنه ارزیابی کرده است. از دیگر تحقیقات، مقاله «انگاره باد زندانی، یونانی است یا ایرانی؟» از بربریان است که وی در آن کوشیده ثابت کند این «انگاره» از ایران باستان به یونان رفته است [۲۳]. برعکس، برجیان در مقاله «زمین‌لرزه در پندار و اندیشه ایرانی» نظریه باد زندانی را از آن یونانیان می‌داند که به ایران باستان هم راه یافته است [۲۴]. قلمرو زمانی، محتوا و نتایج این دو اثر با مقاله حاضر تفاوت دارند. سومین مقاله عمومی مرتبط، «زلزله و دلایل به‌وقوع پیوستن آن از دیدگاه بوعلی سینا»، از انیس مَطَر سوری است که برگردان فارسی آن در سه قسمت در نشریه *لذت فیزیک*، منتشر شده است. بنابه تصریح نویسنده، هدف وی تطبیق دیدگاه ابن‌سینا با علم روز است. اما تبیین او به این

برداشت گمراه کننده می انجامد که «وی علت وقوع زلزله را فقط وجود بادهای و توفان‌ها اعلام می کند و نه چیز دیگر» [۵۸]! شاید نزدیک ترین نوشته به پژوهش حاضر، مقاله «تبیین علل وقوع زلزله در آثار ابن سینا و تأثیرپذیری قطب‌الدین شیرازی و شیروانی از آن» باشد که نویسندگان ضمن تأکید بر تأثیر ابن سینا بر این دو حکیم، عامل وقوع زلزله را «باد یا دمی» ارزیابی می کنند که ابن سینا آن را متأثر از ارسطو ارائه کرده است. نویسندگان به «فرو ریختن کوه به عنوان مسبب تکان خوردن زمین» [۶۶]، اشاره کرده اند، اما ابن سینا این نوع تکان را زلزله نمی داند [۶]. از این رو قلمرو موضوعی و نتایج دو مقاله یادشده با یافته های پیش رو تفاوت آشکار دارد.

روش تحقیق

مقاله پیش رو از نظر هدف پژوهش از جمله تحقیقات بنیادی است و داده های اولیه به روش کتابخانه ای گردآوری شده اند و از نظر ماهیت نیز تاریخ علمی است و روش تحقیق آن، در زمره پژوهش های توصیفی - تحلیلی قرار می گیرد. با نظر به اینکه ماهیت پژوهش واجد جنبه های تاریخی فلسفی است، علاوه بر گردآوری دیدگاه ها، به طبقه بندی نظرها و استخراج تئوری ها و تحلیل و نقادی و نتیجه گیری آنها، حول محور منشأ زلزله پرداخته شده و در مجموع هفت تئوری احصا و معرفی شده است. در تبیین نظریه های هفتگانه به نظرهای ۴۰ تن از متقدمان مسلمان و ارجاع به ۳۹ منبع فارسی، ۲۹ منبع عربی و ۹ منبع انگلیسی استناد شد.

در تدوین محتوای پژوهش به تبیین علمی نیاز است. وقتی از مفاهیمی چون «زلزله شناسی»، «تئوری»، «تبیین»، «مخاطرات طبیعی» و امثال آن استفاده می شود، باید اذعان کنیم که این مفاهیم و اصطلاحات طی یکصد سال اخیر ابداع شده و به کار گرفته شده اند، از این رو به کارگیری آنها در تبیین زلزله در دوره اسلامی با نوعی تسامح همراه است. قلمرو مکانی پژوهش «جهان اسلام» یا «ممالک اسلامی» است. از نظر قلمرو زمانی هم این پژوهش از اواخر قرن دوم - با ترجمه آثار علوی ارسطو از سوی ابن بطریق و حنین بن اسحاق در دوره خلافت مأمون عباسی آغاز می شود و تا قرن یازدهم هجری و با مراجعه به معدود رساله های خطی پایان می یابد. تحقیق پیش رو از نظر موضوعی و محتوایی نوآورانه است و تا کنون هیچ یک از پژوهش های داخلی و خارجی به آن نپرداخته اند.

داده‌ها و بحث

یافته‌های این مقاله در چارچوب ساختارهای شناخته‌شده در مطالعات تاریخ علمی تدوین شده و این‌گونه مقالات در تدوین و نگارش، متفاوت با مقالات علمی محض هستند. در این شیوه، داده‌های تاریخی توصیف، نقد و بررسی شده و به‌همراه بحث یکجا، و به‌مثابه «بدنه مقاله» آورده [۴۵] و سپس نتیجه‌گیری می‌شود. گمان غالب بر آن است که نظریه «بخارِ تر و خشک» به‌عنوان عامل اصلی وقوع زلزله از ارسطو برجای مانده است. این گمان دور از واقع نیست، اما یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که این تنها بخشی از واقعیت است. برداشتهای از ابعاد و فرایندهای نظریه در میان مسلمانان جای بحث داشته است، زیرا پذیرش آن پاسخگوی همه پرسش‌ها درباره عوامل وقوع زلزله پاسخ نبود. از این‌رو آنها به‌دنبال نظریه‌های دیگر هم رفته یا نظریه‌های تازه‌ای بدین شرح ابداع کرده‌اند:

نظر اول؛ بخارِ تر و خشک یا ابخره و ادخنه

این نظریه که از آن به ریح محتبس/ باد زیر زمین و یا به‌تعبیری باد زندانی یاد شده، اولین بار با ترجمه متئورولوژیای ارسطو به‌دست ابن‌بطریق با اشتباهات بسیار [۵۲، ۵۳] از زبان سریانی و عربی به‌جهان اسلام راه یافت [۳، ۱۷]. ترجمه آثار علوی تئوفراستوس از شاگردان ارسطو در انتقال این مفهوم بی تأثیر نبود. اولین کسی که در جهان اسلام آن را مسبب زلزله قلمداد کرد، جابر بن حیان بود [۲۸، ۲۹]. بعد از وی کندی رساله مستقلی در زلزله‌شناسی به‌نام «علم حدوثالریاح فی باطن الأرض المحدثه کثیر الزلازل» نوشت و این نظریه را پذیرفت [۱۰]. قضاوت درباره جزئیات نظر وی به‌دلیل از میان رفتن رساله‌اش دشوار است، اما از نام اثر پیداست که نظریه اش بر مسئولیت بخارات درون زمین به‌عنوان مسبب زلزله استوار است. از محتوای رساله دیگر او با عنوان «أحداث الجو و هو الموسوم بالعلوی» پیداست که با اندیشه یونانیان درباره زلزله آشنا بوده و موضوعات مندرج در رساله ارسطو را احصا کرده است [۱۱، ۱۲]. در قرن چهارم نویسندگان رسائل اخوان‌الصفا در رساله هجدهم، از تبخیر آب‌های زیر زمین سخن رانده و آن را عامل زلزله قلمداد کرده‌اند [۱۵، ۱۶، ۱۴].

ابن سینا ظاهراً اثر مستقلی درباره زلزله ننوشته، اما دیدگاه‌هایش در معرفی عوامل وقوع زلزله در کتاب *شفا چشمگیر* است. تردیدی نیست که اندیشه‌های زلزله‌شناسی وی متأثر از ارسطو است. او از تئوفراستوس شاگرد ارسطو نام نبرده، اما دیدگاه‌های او را گاه رد و گاه با نظرهای ارسطو تلفیق کرده است [۵۲، ۵۳]. لتینک معتقد است او از تئوفراستوس تأثیر پذیرفته و از شرح المپیودورس نیز استفاده کرده است [۷۲]. این ترجمه گویا کامل‌تر از ترجمه

ابن بطریق از آثار علوی ارسطو بوده و در دوره اسلامی نیز مورد توجه بوده است [۷۵]. بررسی بخش آثار علوی *شفاء* نشان می‌دهد که وی علاوه بر کتاب ارسطو، از منابع دیگر نیز آگاهی داشته است. به غیر از این در *النجاة و عیون/الحکمه* هم این نظریه را می‌پذیرد، اما دیگر علت‌های محتمل را نادیده نمی‌گیرد [۶،۸،۷]. این نظریه با تغییرات جزئی از سوی شاگردش بهمنیار بازتولید شد [۲۵]. اسفزاری (ف.ببین ۵۱۵-۵۰۶ق) [۱۸] هم از رسائل اخوان الصفا و *شفاء* بهره برد [۱۸،۵۱] و نظریه یادشده را به فارسی خلاصه کرد. برخی مانند ابی‌الخیر رازی نوشته‌های او را در کتاب خود آورده‌اند، اما اشاره‌ای به این برداشت نکرده‌اند [۳۱].

در قرن ششم نویسندگان دو رساله در آثار علوی نیز کمتر از نیم صفحه از رساله خود را به زلزله اختصاص دادند و خیلی خلاصه علت را در بخاری می‌دانستند که در زمین تولید، اما سرد نشده است [۵،۵۶]. از میان منابع عمومی یک دانشنامه نویس هم در تبیین زلزله به دیدگاه گذشتگان نظر دارد [۲۲]. نویسنده *جام‌گیتی‌نما* هم از جمله کسانی است که به صورت پراکنده مطالب التقاطی و آمیخته و گاه نادقیق از زلزله و عامل آن از حکمای پیش از خود، بدون ذکر منبع آورده است [۶۸]. ابن رشد نیز به تأسی از ارسطو و احیاناً ابن سینا نظریه یادشده را پذیرفت [۴]. علت وقوع زلزله از نظر زکریای قزوینی، همان دیدگاه غالب دانشمندان مسلمان در مسئول دانستن بخارات درون زمین است [۴۶،۴۷]. ابن کمونه [۹] و هم‌روزگار او شهرزوری به نقل از ابن سینا بر همین نظرنند [۳۸]. نظریه یادشده به مثنوی معنوی نیز راه یافته و عامل اصلی وقوع زلزله به بخارات نهفته در زیر زمین نسبت داده شده است [۶۵]. صاحب *دره‌التاج* با تعریف و توصیفی که از تحرکات زمین ارائه کرده، برخلاف ابن سینا که بر بخار دودی در ایجاد زلزله تأکید دارد، دو بخار تر و خشک را همزمان عامل زلزله برمی‌شمارد [۴۸]. بعضی از فقهای شیعی و دانشوران قرن هشتم هم در معرفی عامل زلزله مطالب *شفاء* را تکرار کرده‌اند [۴۲،۴۱،۳۷،۴۰،۵۰]. رویکرد یادشده درباره صاحبان معدود نسخ خطی برجای مانده از قرن دهم، مانند رساله لاری [۵۵] و برخی رسائل قرن یازدهم نیز صادق است. البته بعضی از آنها چون شیروانی به صورت محدود برخی دیدگاه‌های حاشیه‌ای ابن سینا، مانند تأثیر کسوف بر وقوع زلزله را نیز نقد می‌کنند [۳۹]. اما از آن فراتر نمی‌روند. حاکمیت این نظریه در اروپا نیز تا قرن هفدهم ادامه داشت. در حالی که شیروانی و حتی دو سه قرن بعد از وی دانشوران مسلمان رساله‌های آثار علوی خود را براساس آموزه‌های پیشینیان می‌نوشتند. آتاناسیوس کیرشر از نویسندگان اوایل عصر روشنگری با رد نظر ارسطو استدلال کرد که زلزله ناشی از حرکت آتش در کانال‌های درون زمین است. مارتین لیستر انگلیسی و نیکلاس لمری فرانسوی هم عنوان کردند که «منشأ زلزله انفجارهای درون زمین است» [۷۷،۷۰]. جان بویس و جان میچل بعدها پاسخ‌های تازه‌تری درباره چرایی وقوع زلزله ارائه

کردند [۷۰، ۷۳]. به همین دلیل میچل را از پدران دانش لرزه‌شناسی می‌دانند [۷۴]. برخی زلزله‌شناسان یافته‌های تجربی و علمی پیش از زلزله ۱۷۵۵م لیسبون را «ناچیز» ارزیابی کرده‌اند [۳۳]. پس از این رخداد کانت مدعی شد که «جابه‌جا شدن غارهای زیرزمینی که با گازهای آتشین پر شده‌اند» عامل وقوع زلزله‌اند. بعداً مشخص شد که این نظریه هم درست نبود. اما با این تلاش‌ها، علم نوین زلزله‌شناسی در غرب متولد شد [۷۱، ۳۳].

نظر دوم؛ آب باران و بی‌بارانی

نقش آب باران یا بی‌بارانی و یا به عبارتی ترسالی و خشکسالی به‌عنوان مسبب زلزله سابقه طولانی در تاریخ زلزله‌شناسی دارد که گاه علت اصلی محسوب شده و گاه به‌عنوان عامل فرعی در قالب باران در ترسالی ظاهر می‌شود. گاهی هم نبود باران در قالب خشکسالی نقش آن را برجسته می‌سازد. آب به‌عنوان یکی از عناصر اربعه و ارتباط مستقیم و غیرمستقیم آن با زلزله ریشه در فلسفه پیش‌سقراطیان دارد. تالس به‌دلیل معرفی «آب» به‌عنوان عامل وقوع زلزله به این عنصر اهمیت خاص بخشید. هرچند او هوا را نیز به‌دلیل تحریک آب‌های داخل غارهای زیرزمینی، در ایجاد زلزله دخیل می‌دانست [۲۷]. لتینک و بعضی دیگر درباره‌ی نقش باران، عمدتاً موضوع را به دموکریتوس نسبت داده‌اند [۷۲، ۴، ۳، ۲۷]. مقدسی جغرافیدان قرن چهارم، آب را مقدم بر بخار می‌دانست [۶۱]. ابن‌سینا نیز این نظریه را پذیرفت و به تبعیت از ارسطو دیدگاه اراکیماس را رد کرد، زیرا وی تنها آب را عامل وقوع زلزله می‌دانست. اما ابن‌سینا آب‌هایی را که به‌ناگاه و نه به‌تدریج، سیلان پیدا می‌کنند [۶، ۱۷]، عامل وقوع زلزله می‌داند. او در این نقد احتمالاً بدون اینکه بخواهد، دو نظریه‌ی آب باران و تأیید فرایند فرو ریختن کوه‌ها و دماغه‌ی قتل بر اثر باران را مطرح می‌سازد که در بخش‌های بعدی مقاله شرح آن می‌گذرد.

نظریه‌ی آب باران از سوی فخر رازی [۴۴] و هروی نیز پی گرفته شد: «بعضی اوقات زلزله به‌سبب سقوط قتل جبال به‌سبب شدت مَطَر [باران] پیدا می‌شود» [۶۷]. ایجی نیز هرچند به‌نقل از جرجانی تأثیر بارش متواتر و شدید در نواحی کوهستانی را در وقوع زلزله پذیرفت، اما «وقوع چنین زلزله‌ها را کم» ارزیابی می‌کرد [۴۰]. با توجه به مباحث یادشده، نقش آب باران و بی‌بارانی در تسهیل سقوط کوه‌ها و سیلان آب در زیر زمین به‌عنوان یک نظریه‌ی فرعی در دوره اسلامی پذیرش نسبی یافت. بنابراین می‌توان این نظریه را از آن دانشمندان دوره اسلامی دانست.

نظر سوم؛ ریزش غارها و گودال‌های بزرگ زیر زمین

این نظریه سابقه کهن دارد و در نوشته‌های تئوفاستوس بر آن تصریح شده است [۷۶]. اما در دوره اسلامی ابن‌سینا اولین کسی است که به تفصیل در این زمینه اظهار نظر کرده و آن را سومین عامل وقوع زلزله دانسته و از آن به عنوان «انهدام قرار» یاد کرده است [۸]. در قرن ششم نیز این نظریه با ادبیات دیگری توسط ساوی تکرار شد [۵]. جملات وی همان تحلیل ابن‌سیناست و تازگی ندارد، جز اینکه به زبان فارسی است. از ابتکارات ابن‌سینا این است که بر اساس مدل یادشده پیشنهاد کرده با حفر چاه‌ها و قنات‌های زیاد می‌توان روند فرار بخار از زیر زمین را تسهیل کرد و جلو وقوع زلزله را گرفت [۶]. البته در منابع دوره اسلامی گزاره‌ای مبنی بر اینکه چاه یا قناتی بدین منظور حفر کرده باشند، یافت نشد، اما این ایده از استثنائات نگاه تاریخی شیوه مقابله با زلزله در دوره اسلامی است.

این نظریه را بغدادی نیز پذیرفته و مانند فخر رازی بر این باور است که «اکثر زلزله‌ها ناشی از این عامل اند» [۱۳، ۴۴]. در تبیین یادشده ادعای قلت وقوع زلزله در نواحی کوهستانی با این نظریه توجیه شده است [۱۳]. اما اهمیت نظریه سوم به‌روز بودن آن است. زیرا بعضی از زمین‌لرزه‌ها به سبب لرزش توده‌های عظیم سنگ در امتداد گسل‌ها حادث می‌شوند و وقوع بعضی از زلزله‌ها به ریزش سقف غارهای زیرزمینی بزرگ نسبت داده می‌شود [۵۷]. این نوع زمین‌لرزه را در اصطلاح فروریختی یا سقوطی^۱ می‌گویند. در این نوع زمین‌لرزه، حفره‌ها و غارهایی که توسط آب‌های زیرزمینی در سنگ‌های انحلال‌پذیر پوسته زمین ایجاد شده‌اند، منشأ رخداد قلمداد می‌شوند [۶۰]. نظریه یادشده تا حدودی به تبیین امروزی از بعضی زلزله‌ها نزدیک شده، به طوری که برخی آن را افتخاری علمی برای ابن‌سینا در نظر گرفته‌اند [۳۰]. نظریه یادشده محل بحث چندین منبع در طبیعات دوره اسلامی بوده، اما با توجه به تفصیلش در شفا، آن را باید به ابن‌سینا نسبت داد.

نظر چهارم؛ افتادن کوه‌ها، ریزش قله و دماغه ارتفاعات

بر اساس نقد ابن‌سینا بر اراکیماس در شفا، پیامدهای فروافتادن کوه‌ها و رأس قله بزرگ و مرتفع کوه‌ها بر اثر عوامل «فوق‌الارضی» چون «عاملی بیرونی داشته و ابخره و ادخنه نقشی در آن ندارند، مستحق عنوان زلزله نیستند» [۶]. بعضی از پیروان فکری ابن‌سینا برخلاف وی ترجیح داده‌اند که ریزش و لرزه ناشی از آن را به‌عنوان یک نظریه فرعی در وقوع بعضی زمین‌لرزه‌ها بپذیرند [۴۴]. آنها استدلال می‌کنند که این اتفاق ممکن است در یک ناحیه

کوهستانی روی دهد و زلزله آن در سرزمین دیگری رخ نماید [۵۰، ۴۴، ۴۰، ۹]. یک نتیجه‌گیری در ادامه این رویکرد دیده می‌شود و آن این است که زلزله در بیابان کمتر رخ می‌دهد، چراکه آنجا کوهی نیست تا ریزش کند و موجب زلزله شود، لذا «اندک باشد کی زلزله در بیابان حادث شود» [۴۸]. هروی هم در تبیین خود دو عامل «انشقاق ارض از ماده دخانی و وجود وهداث [گودال‌ها] در موضع انشقاق و افتادن مافوق ارض در آن وهداث» و «شدت مَطَر [باران]» را برای این ریزش برمی‌شمارد [۶۷]. لرزش‌های ناشی از ریزش قتل که از آنها به فروریختی یا سقوطی یاد شد، در اثر افتادن سنگ‌های بسیار بزرگ از کناره کوه‌ها به وجود می‌آیند. به باور بعضی از زلزله‌شناسان این نوع زمین‌لرزه‌ها «شعاع عمل ناچیز و کانونی کم عمق دارند، اما ممکن است خیلی مخرب باشند» [۶۰]. مستندات پیش‌گفته بیانگر آن است که ریزش کوه یکی از عوامل ایجاد زلزله به شمار می‌آید و برخلاف ابن‌سینا، بعضی دیگر مانند بغدادی، فخر رازی، ایچی و کاشانی لرزش ناشی از آن را نیز زلزله می‌شمردند. پس نظریه چهارم را باید نظریه‌ای مستقل و همسو با تبیین عامل یکی از انواع زمین‌لرزه در دوره اسلامی ارزیابی کرد.

نظر پنجم؛ هوا، باد روی زمین یا فشار هوا

برخی از فلاسفه مسلمان، بادهای روی زمین یا فشار هوای بیرونی را یکی از عوامل وقوع زلزله ذکر کرده‌اند. پیش از ارسطو، آناکساگوراس دربارهٔ اثیر یا اتر یا فشار هوا به‌عنوان عامل وقوع زلزله نظریه‌ای پرداخته بود که ارسطو و بعدها ابن‌سینا آن را رد کردند [۶، ۱۷] و کسی هم آن را پی نگرفت. اما ردیهٔ ابن‌سینا در دفاع از نظریهٔ بخارِ تر و خشک، نظریهٔ تازه‌ای را به وجود آورد که احتمالاً صاحب‌شفا حاضر به پذیرش آن به‌عنوان عامل مستقل در بروز زلزله نبود. او ناخواسته پای باد روی زمین را در پیوند با زلزله به میان کشید، به‌ویژه اگر این بادهای مانع جریان یکدیگر شوند؛ «لکن این فرض اکثریت ندارد» [۶]. به نظر می‌رسد، این نظریه به‌دلیل نبود تفکیک مفاهیمی مانند «هوا»، «باد روی زمین» یا «فشار هوا» از یکدیگر و نیز دخیل بودن اثیر به‌عنوان عامل وقوع زلزله در فلسفهٔ آناکساگوراس، در دورهٔ اسلامی با ابهامات و آمیختگی‌هایی همراه شده است که شاید به همین دلیل طرفدار چندانی نداشت. بحث ارتباط ابرها و باد روی زمین و پیوند آن با زلزله از آموزه‌های ارسطو است. بوعلی‌سینا و بغدادی هم که به این مطلب اشاره کرده‌اند، ابعاد آن را به‌خوبی روشن نکرده‌اند [۱۷، ۱۳]. فخر رازی نیز در جمله‌ای بر ابهامات دربارهٔ نقش بادهای و نبود آن در روی زمین افزوده است: «اکثر زلزله‌ها ناشی از فقدان بادهاست» [۴۴]. وارد کردن این عامل در بحث زلزله نشان‌دهندهٔ آن است که نظریهٔ باد زندانی به‌تنهایی پاسخگو نبود و باد روی زمین هم به کمک گرفته می‌شد.

نظر ششم؛ نور (حرارت یا آتش)

نور یا به تعبیر دیگر، حرارت و آتش به عنوان عامل وقوع زلزله در نوشته های سهروردی و بعضی از پیروان فکری او آمده است. در این نظریه عامل بخارِ تر و خشک، نقش ثانوی دارد. او در حکمت/الاشراق در تبیین مصادیق پدیده های طبیعی که از نور حاصل می شوند، از زلزله نیز سخن به میان آورده و تصریح می کند که منشأ آن «نور و حرارت است» [۶۷،۳۵]. در کلان نظریه سهروردی در تبیین هستی، نور و به تبع آن حرارت و آتش تبیین گر همه تحولات زمینی و آسمانی است، بنابراین مقدم بر همه تغییرات و تحولات ناشی از پدیده های طبیعی از جمله زلزله است. بعضی از فلاسفه پیرو وی در تأیید نظریه نور از نگاه سهروردی، بر این نتیجه تأکید می کنند که «زلزله ها...علت اولیه، [آنها] حرارت است» [۴۸،۴۳]. با توجه به تبیین های امروزی تر از زلزله که این نقش تا حدود زیادی به گرمای درون زمین نسبت داده می شود، نظریه شیخ اشراق را باید یکی از رویکردهای نوآورانه درباره سرشت زلزله ارزیابی کرد.

نظر هفتم؛ سقوط شهاب سنگ

سقوط نیازک، شهاب سنگ، ستاره دنباله دار یا کوبک آسمانی به عنوان عامل وقوع زمین لرزه مورد توجه حکما و دانشوران مسلمان نبوده است. اما دست کم در سه رویداد، وقایع نگاران یمنی تصریح کرده اند که زمین لرزه های نه چندان شدیدی بر اثر سقوط نیازک ایجاد شده اند. براساس سه گزارش مجزا از سه مورخ محلی، در سال ۵۴۹ق بر اثر سقوط سنگ آسمانی در صلاحیه (نزدیک شهر ذی جَبَله) یمن زلزله ای به وقوع پیوسته [۱،۲،۱۹]. دو گزارش مجزای دیگر که نظریه سقوط شهاب سنگ را در دوره اسلامی تقویت می کند، در زبید یمن (ساحل دریای سرخ) در سال ۸۰۲ق و همین طور سال ۹۱۰ق در زیلع (ساحل دریای سرخ واقع در شاخ آفریقا) ارائه شده است [۲۱،۱۹]. با این سه رویداد، و زلزله دیگری که الغنیم مدعی وقوع آن در سال ۲۱۲ق بر اثر سقوط شهاب سنگ در مغرب شده [۱۲]، بنیاد نظریه جدیدی در زلزله شناسی دوره اسلامی شکل گرفت که صاحبانش نه حکمای نظریه پرداز، بلکه خزرجی، ابن الدیبیع، ابن القاسم و عیدرؤسی مورخ هستند. نوشته های آنان ثابت می کند که سقوط شهاب سنگ در آن دوره به عنوان عامل بعضی از زلزله ها مطرح بوده است.

نتیجه گیری

نویسندگان مقاله پس از استخراج و بررسی هفت نظریه مذکور به این نتیجه رسیدند که نظریه «بخارِ تر و خشک» با ترجمه بعضی آثار یونانی وارد طبیعیات دوره اسلامی شد، اما مسلمانان

آن را شرح و بسط دادند و چارچوب استدلالی برایش ساختند. دانشمندان و دانشورانی چون بهمنیار، شهردان ابی‌الخیر، ساوی، مسعودی مروزی، حسینی اصفهانی، همدانی، قزوینی، ابن‌کموئه، شهرزوری، شیرازی، حلی، ایچی، آملی، کاشانی، هروی و شیروانی در این زمینه کم‌وبیش به ابن‌سینا نظر داشته‌اند. نظریه «آب باران و یا بی‌بارانی» به‌عنوان عامل وقوع زلزله در دوره اسلامی منتقدانی داشت، اما به‌صورت «سَیْلان ناگهانی آب در درون زمین» در ایجاد زمین‌لرزه، مؤثر دانسته می‌شد. در تبیین این نظریه، دانشورانی چون فخر رازی، ایچی، هروی، شیروانی و دیگران نیز به منابع پیش خود از جمله ابن‌سینا ارجاع داده‌اند. نظریه «ریزش غارها و گودال‌های بزرگ زیر زمین» که امروزه زلزله‌شناسان آن را عامل وقوع بعضی زمین‌لرزه‌ها ارزیابی می‌کنند، در دوره اسلامی نیز طرفدارانی داشت و اولین کسی که آن را تشریح کرد ابن‌سینا بود. پس از وی ساوی، بغدادی، فخر رازی و ... نیز آن را عاملی برای وقوع بعضی زلزله‌ها قلمداد کرده‌اند. نظریه «فروریختن کوه‌ها و دماغه‌های قلل و ریزش سنگ‌ها و قطعات خردشده ارتفاعات» به‌عنوان مسبب بعضی زلزله‌ها از دل نظریه آب باران، متولد شد. اولین کسی که با نگاه انتقادی به این نظریه توجه کرد و ابعاد مختلف آن را تشریح کرد، ابن‌سینا بود. هرچند او برخلاف اخلاف خود چون فخر رازی، شیرازی، ابن‌کموئه، ایچی و هروی چنین لرزه‌هایی را مستحق عنوان زلزله نمی‌دانست. نظریه کم‌طرفدار «باد روی زمین یا فشار هوا» واجد ابهاماتی است و ابن‌سینا و بغدادی به‌صورت التقاطی آن را به‌عنوان مسبب زمین‌لرزه یادآور شده‌اند. نظریه «نور (حرارت یا آتش)» نظریه‌ای نوآورانه از آن سه‌روردی است و نظریه سقوط شهاب‌سنگ را نیز دست‌کم چهار مورخ و یک پژوهشگر مطرح کرده‌اند.

و کلام آخر؛ اگر ما نظریه‌پردازی را اساس هر مکتب علمی و فلسفی به‌حساب آوریم، نظریه‌های هفتگانه یادشده ارزش فکری دارند و به‌عنوان میراث علم دوره اسلامی برای علاقه‌مندان به بحث‌های تاریخ زلزله‌شناسی مفیدند. این نظریه‌ها که در قالب گفتمان علم دوره اسلامی مطرح شده‌اند، از پویایی اندیشه در شناخت طبیعت زلزله حکایت دارند. وجود این نظریه‌ها ثابت می‌کند که دانشمندان مسلمان در تبیین زلزله مقلد ارسطو نبودند و مبتکرانه می‌اندیشیدند. بعضی از این نظریه‌ها به‌واسطه سرشت یکی از مخاطرات محیط طبیعی همچنان محل بحث بود و صاحبان آنها، در این خصوص از دل تاریخ دوره اسلامی حرف‌هایی برای گفتن دارند.

منابع

- [۱]. ابن القاسم، يحيى بن الحسين بن القاسم بن محمد (۱۹۶۸م)، *غایت الأمانی فی أخبار القطر الیمانی*، تحقیق سعید عاشور (۲ و ۱): القاهرة، ج ۱، ص ۳۰۸.
- [۲]. ابن الدبیع، عبدالرحمن بن علی (۱۹۷۷م). *قره العیون بأخبار الیمن المیمون*، تحقیق محمد بن علی الأكوع، المطبعة السلفية، القاهرة، ج ۱، ص ۳۶۲.
- [۳]. ابن بطریق، يحيى (۱۹۶۷م). *الأثار العلویه*، ترجمه متئورولوگیکای ارسطو، به کوشش کازیمیر پترایتس، بیروت، ص ۷۴.
- [۴]. ابن رشد، محمد بن احمد (۱۹۹۴م). *رساله الأثار العلویه*، مقدمه و تصحیح و تعلیق، رفیق العجم و جیرار جهامی، ج اول، بیروت: دارالفکر اول، ص ۶۴، ۱۲۲.
- [۵]. ابن سهلان ساوی، زین الدین عمر (۱۳۳۷ش). *آثار علوی الرساله السنجریه فی الکائنات العنصریه*، دیباچه و تصحیح و حواشی به کوشش محمد تقی دانش پزوه، تهران: انتشارات فرهنگ ایران زمین، ص ۴۳، ۴۴.
- [۶]. ابن سینا (۱۴۰۴ق)، *الشفاء (الطبیعیات)*، ج ۳، ج ۲، تحقیق سعید زاید و...، قم: مکتبه آیه الله المرعشی النجفی، ص ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹.
- [۷]. ابن سینا (۱۴۰۰ق). *عیون الحکمه (رسائل ابن سینا)*، قم: انتشارات بیدار، ص ۲۳.
- [۸]. ابن سینا (۱۳۷۹ش). *النجاة*، مصحح محمد تقی دانش پزوه، تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ، ص ۳۱۳-۳۱۴.
- [۹]. ابن کمونه، سعد بن منصور (۱۳۷۸ش). *الکاشف (الجديد فی الحکمه)*، محقق، ناجی اصفهانی، تهران: مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، ص ۲۴۸، ۲۴۷.
- [۱۰]. ابن ندیم، ابی الفرج محمد بن ابی یعقوب اسحاق (۱۹۷۱م). *الفهرست*، شرح و تعلیق، یوسف علی طویل، بیروت: دارالکتاب العلمیه، ص ۴۲۱.
- [۱۱]. ابوریده، محمد عبدالهادی (۱۹۵۰م). *رسائل الکندی الفلسفیه «رساله الکندی فی کمیة کتب أرسطوطالیس و ما یحتاج الیها فی تحصیل الفلسفه»*، القاهرة، ص ۳۶۸.
- [۱۲]. الغنیم، عبدالله یوسف (۲۰۰۲م) *سجل الزلازل العربی*، طبع ۱، الكويت: الجمعیه الجغرافیة الكويتیة، موسسه الكويت للتقدم، ص ۲۲-۲۱، ۳۵۰.
- [۱۳]. بغدادی، ابوالبرکات (۱۳۷۳ش) *المعتبر فی الحکمه*، ج ۳، ج ۲ و ۳ چاپ دوم، اصفهان: دانشگاه اصفهان، ص ۲۲۱-۲۲۲.

- [۱۴]. اخوان الصفا (۱۳۸۷ش). *مجمل الحکمه (ترجمه گونه‌ای کهن از رسائل اخوان الصفا)*، به کوشش محمدتقی دانش‌پژوه، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ص ۱۶۷-۱۷۰.
- [۱۵]. اخوان الصفا (۱۴۱۲ق). *الرساله الخامسة من الجسمانيات الطبيعيات في بيان تكوين المعادن* (رساله ۱۸)، ج ۲، چاپ اول، بیروت، ص ۹۱.
- [۱۶]. اخوان الصفا (۱۴۱۲ق). *الرساله التاسعه و الثلاثون من رسائل*، ج ۴، ج ۳، چاپ اول، بیروت: الدار الإسلامية، ص ۳۲۵.
- [۱۷]. ارسطو (۱۳۸۸ش). *آثار علوی*، مترجم اسماعیل سعادت، چاپ اول، تهران: انتشارات هرمس، ص ۹-۱۰، ۱۴۸، ۱۵۲ به بعد.
- [۱۸]. اسفزاری، خواجه ابوحاتم مظفر بن اسماعیل (۲۵۳۶ش). *آثار علوی*، به تصحیح و تحشیه محمدتقی مدرس رضوی، تهران: انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ص ۱۲-۱۳.
- [۱۹]. الخزرجی، علی بن الحسن (۱۹۸۱م). *العسجد المسبوك فيمن ولى اليمن من الملوك* (ط ۲ مصوره)، دمشق: دارالفکر، ج ۲، ص ۳۱۰-۳۱۱.
- [۲۰]. الجزار، ابوالحسن علی بن محمد (۱۹۴۷م) *تحصين المنازل من هول الزلازل*، مقدمه المحقق مصطفى انور طاهر، القاهرة: مجلة حوليات إسلامية، ص ۱۳۹-۱۴۰، ۱۴۳.
- [۲۱]. العیدروسی، محی‌الدین عبدالقادر بن شیخ بن عبدالله (۱۹۸۵م). *تاریخ النور للمسافر*، بیروت: دارالکتب العلمیه، ص ۵۰.
- [۲۲]. امیران حسینی اصفهانی، غیاث‌الدین علی بن علی (۱۳۹۳ش). *دانشنامه جهان*، تحقیق و تصحیح نیکی ایوبی زاده، چاپ اول، تهران: کتابخانه موزه و اسناد مجلس شورای اسلامی، ص ۷۰.
- [۲۳]. بربریان، مانوئل (۱۳۶۹ش). «نگاره باد زندانی، یونانی است یا ایرانی؟»، *ایران شناسی*، سال ۲، ش ۴، ص ۸۳۴.
- [۲۴]. برجیان، حبیب، زمستان (۱۳۸۵ش). «زمین‌لرزه در پندار و اندیشه ایرانی»، نامه فرهنگستان، ش ۳۲، ص ۸-۲۴.
- [۲۵]. بهمنیار بن مرزبان (۱۳۷۵). *التحصیل، مصحح: مطهری، مرتضی*. تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ص ۷۱۷-۷۱۸.
- [۲۶]. بیرونی، ابوریحان (۱۳۶۲ش). *التفهيم لاوائل صناعة التنجيم*، چاپ جلال‌الدین همائی، تهران، ص ۵۰۴.

- [۲۷]. پلوتارک/ فلوطرخس (۱۹۵۴م). *الآراء والطبیعیة*، ترجمه قسطا بن لوقا، همراه فی النفس ارسطو، به کوشش عبدالرحمان بدوی، بیروت/کویت، ص ۱۵۱-۱۵۲.
- [۲۸]. جابر بن حیان (۲۰۰۹م). *رسائل*، پاریس: دار بیبلیون، ص ۹۶.
- [۲۹]. جابر بن حیان (۱۹۷۱م). *ثلاثون کتاباً و رسالة فی الکیمیاء والإکسیر والفلك والطبیعیة*، إعداد، احمد فريد المزیدی، بیروت: دارالکتب العلمیه، ص ۲۹۰.
- [۳۰]. دقاع، علی عبدالله؛ و شوقی، احمد (۱۳۸۲ش). *مشاهیر فیزیکی*، مترجم رضا محمدزاده، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ص ۱۳۶.
- [۳۱]. رازی، شهردان بن ابی الخیر (۱۳۶۲ش). *نزهت نامه علایی*، تصحیح فرهنگ جهانپور، تهران: موسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ص ۴۴۴-۴۴۵.
- [۳۲]. زارع، مهدی؛ رحمانی، رؤیا؛ و هاشمی، احمد (بهار ۱۳۹۴ش). *تحلیل خطر زمین لرزه و تهیه نقشه های پهنه بندی شتاب در محدوده جزیره خارک، مخاطرات محیط طبیعی*، شماره ۵، ص ۱-۲.
- [۳۳]. زارع، مهدی (۱۳۹۸). *تولد یک علم، روزنامه شرق*، شماره ۳۶۰۷، پنج شنبه ۵ دی. به این نشانی:
<https://sharghdaily.com/fa/Main/Detail/255715>
- [۳۴]. زارع، مهدی (تابستان ۱۳۹۵). *چرا دانش مخاطرات؟*، مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)، دوره ۳، شماره ۲، ص ۹۱-۹۲.
- [۳۵]. سهروردی، شیخ اشراق (۱۳۷۳). *حکمت الاشراق*، در مجموع مصنفات شیخ اشراق، ج ۲، تصحیح هانری کربن، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ص ۱۹۵.
- [۳۶]. سیوطی، جلال الدین عبدالرحمن (۱۹۸۷م). *کشف الصلصلة عن وصف الزلزلة*، تحقیق محمد کمال الدین عزالدین، قاهره: عالم الکتب. ص ۱۳۵-۱۳۶.
- [۳۷]. شمس الدین آملی، محمد بن محمود (۱۳۸۱ش). *نفائس الفنون فی عرائس العیون*، مصحح ابوالحسن شعرانی و ابراهیم میانجی، ج ۲، تهران: اسلامیه، ص ۵۴۱.
- [۳۸]. شهرزوری، شمس الدین محمد بن محمود (۱۳۸۳ش). *رسالة فی العلوم الطبیعیة (الشجرة الإلهیة)*، مصحح: نجفقلی حبیبی، ج ۳، ج ۲، تهران: مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، ص ۲۹۶-۲۹۷.
- [۳۹]. شیروانی، محمد بن حسن (۱۰۳۳-۱۰۹۸ق). *آثار علوی-کائنات جو*، نسخه خطی فارسی تهران، کتابخانه مجلس شورای ملی، شماره ف. ۱۹۳۷.

- [۴۰]. عضدالدین ایجی، عبدالرحمان بن احمد (۱۳۲۵ق - ۱۹۰۷م). شرح المواقف، شارح، جرجانی، علی بن محمد، مصحح: نعسانی حلبی، محمد، محشی: سیالکوتی، عبدالحکیم بن شمس الدین و چلبی و حسن بن محمد، ج ۸، ج ۷، قم: الشریف الرضی، ص ۲۱۸.
- [۴۱]. علامه حلی (۱۳۳۷ش). ایضاح المقاصد، سایر پدیدآورندگان کاتبی قزوینی، علی بن عمر مصحح، منزوی، علی نقی. تهران: نشر دانشگاه تهران، ص ۳۵۶.
- [۴۲]. علامه حلی (۱۳۸۷). الأسرار الخفیة فی العلوم العقلیة، پدیدآورندگان: دفتر تبلیغات اسلامی حوزه علمیه قم. پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی. مرکز احیای آثار اسلامی، قم: بوستان کتاب، ص ۳۵۹.
- [۴۳]. غفاری، محمدخالد (۱۳۸۰). فرهنگ اصطلاحات آثار شیخ اشراق، ج اول، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، ص ۱۵۷.
- [۴۴]. فخر رازی، محمد بن عمر (۱۳۷۰). مباحث المشرقیة، ج ۲، چ دوم، قم: انتشارات بیدار، ص ۲۰۵-۲۰۷.
- [۴۵]. قاسمی، حمید و گروه مؤلفین (۱۳۹۹). مرجع پژوهش، چاپ اول، ویراست هفدهم، اندیشه آرا، ص ۳۰۹-۳۱۰.
- [۴۶]. قزوینی، زکریا (۱۳۴۰ش). عجایب المخلوقات (فارسی)، تصحیح و مقابله نصرالله سبحی، تهران: کتابخانه و چاپخانه مرکزی ناصر خسرو، ص ۱۵۴.
- [۴۷]. قزوینی، زکریا (۱۹۷۳م). عجائب المخلوقات (عربی)، تصحیح فارق سعد، الطبعة الأولى بیروت: دارالافاق الجدیده، ص ۱۹۸.
- [۴۸]. قطب الدین شیرازی، محمود بن مسعود (۱۳۶۹ش). درة التاج، تصحیح سید محمد مشکوة، چ سوم، ج ۳ و ۴، تهران: حکمت، ج ۴، ص ۶۵۵، ۶۵۶، ۱۰۷، ج ۳، ص ۲۱۲-۲۱۳.
- [۴۹]. قهرودی تالی، منیژه (زمستان ۱۳۹۵ش). «چرا دانش مخاطرت (ضرورت استفاده از دیدگاه ژئوفورکتال در ردیابی مخاطرات)؟»، مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۴، ص ۱۹۸.
- [۵۰]. کاشانی، کمال الدین عبدالرزاق (۱۳۸۰ش). مجموعه رسائل و مصنفات، مقدمه و تصحیح و تعلیق مجید هادی زاده، چ دوم، تهران: میراث مکتوب، ص ۲۹۳.
- [۵۱]. کرامتی، یونس (۱۳۸۷ش). جایگاه ابو حاتم اسفزاری و ابن خمار در سنت آثار علوی دوره اسلامی، تاریخ علم، شماره ۶، ص ۱۱۱-۱۱۲.
- [۵۲]. کرامتی، یونس (شهریور ۱۳۹۰ش). «مروری بر آثار ایرانیان در زمینه آثار علوی»، کتاب ماه علوم و فنون، دوره دوم، سال پنجم، شماره ۵، ص ۲۴ و ۲۸.

- [۵۳]. کرامتی، یونس (۱۳۷۸ش). آثار دانشمندان ایرانی درباره آثار علوی و تأثیر نظریات طبیعی‌دانان یونانی بر آنها، تاریخ علم در اسلام و نقش دانشمندان ایرانی، به کوشش محمد علی شعاعی و محسن حیدرنیا، تهران، ص ۲۰۰-۲۲۰ و ۲۲۸-۲۴۰.
- [۵۴]. گواهی، عبدالرحیم (زمستان ۱۳۹۳ش). چرا دانش مخاطرات؟، مخاطره‌شناسی و آینده‌پژوهی، دانش مخاطرات، دوره ۱، شماره ۲، ص ۱۲۷.
- [۵۵]. لاری، محمد مصلح‌الدین (قرن ۱۰). حاشیه بر هیأت فوشچی، نسخه خطی، تهران: مدرسه سپهسالار، ش ۷۴۲۶، ص ۱۵۰.
- [۵۶]. مسعودی مروزی، شرف‌الدین (۱۳۷۷ش). رساله آثار علوی، به کوشش محمد تقی دانش پژوه، تهران: انتشارات فرهنگ ایران زمین، ص ۱۱۸.
- [۵۷]. مصاحب، غلامحسین (۱۳۸۳ش). دایرة‌المعارف فارسی، ج ۱، تهران: امیرکبیر و شرکت سهامی کتاب‌های جیبی، ص ۱۱۷۶.
- [۵۸]. مطر، انیس (دیماه ۱۳۹۵، اسفند ۱۳۹۵، تیرماه ۱۳۹۶). «زلزله و دلایل بوقوع پیوستن آن از دیدگاه بوعلی سینا»، مترجم‌إسراء مبارکه، نشریه لذت فیزیک، شماره ۴۱ و ۴۲ و ۴۳، ص ۴.
- [۵۹]. مطیعی لنگرودی، حسن (۱۳۹۱). چرا دانش مخاطرات؟ (ضرورت پرداختن به مخاطرات انسانی؛ بیکاری). مدیریت مخاطرات محیطی، (دانش مخاطرات سابق) دوره ۴ شماره ۲، ص ۱.
- [۶۰]. معتمد، احمد (۱۳۶۷ش). زمین‌شناسی عمومی. چ دوم: انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۱۷.
- [۶۱]. مقدسی، مطهر بن طاهر (۱۹۰۱م). البدء و التاریخ، به کوشش کلمان هوار، ج ۲، پاریس، ص ۳۶-۳۷.
- [۶۲]. مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۶ش). «چرا دانش مخاطرات (مخاطره‌شناسی امری فطری است)؟»، مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۴ شماره ۱، ص ۱.
- [۶۳]. مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۵ش). «چرا دانش مخاطرات (دیدگاهی جدید برای درک مخاطرات)؟»، مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۳، ص ۱۹۶.
- [۶۴]. منصوریان، علی (۱۳۹۵ش). «چرا دانش مخاطرات؟» (تأکیدی بر لزوم پژوهش و همکاری‌های بین‌رشته‌ای برای شناخت بهتر مخاطرات و توسعه)، مدیریت مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۱، ص ۱.
- [۶۵]. مولانا، جلال‌الدین بلخی (۱۳۷۶ش). مثنوی معنوی، به کوشش و اهتمام رینولد الین نیکلسون، چ پنجم، تهران: طلوع، ص ۶۹۳-۶۹۴.

- [۶۶]. هاشمی لشنلو، میرحمید؛ و موسوی، آرش (تابستان ۱۳۹۹ش). «تبیین علل وقوع زلزله در آثار ابن سینا و تأثیرپذیری قطب‌الدین شیرازی و شیروانی از آن»، *نشریه تاریخ فلسفه*، سال یازدهم، شماره اول، ص ۹۶.
- [۶۷]. هروی، محمد شریف نظام‌الدین احمد (۱۳۶۳ش). *انواریه (ترجمه و شرح حکمت الاشراف سهروردی)*، مقدمه حسین ضیائی، چ دوم، تهران: امیر کبیر، ص ۱۰۷، ۱۰۵-۱۰۴.
- [۶۸]. همدانی (طوسی)، محمدبن محمود (۱۳۷۵ش). *عجایب المخلوقات و غرائب الموجودات*، ویراستار جعفر مدرس صادقی، چ اول، تهران: نشر مرکز، ص ۱۶۳.
- [69]. Ambraseys, N.N. & C.P. Melville. (2005). *A History of Persian Earthquakes*, Cambridge, New York, p.3.
- [70]. Ben-Menahem, Ari, (1995). "A Concise History of Mainstream Seismology: Origins, Legacy, and Perspectives" (PDF). *Bulletin of the Seismological Society of America* Vol. 85, No. 4. pp. 1201-1202-1204-1206- 1207-1225.
- [71]. Kant, Immanuel. (2012). Edited by Eric Watkins, University of California, San Diego. Cambridge University Press, DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139014380.009>, pp. 327-336.
- [72]. Lettinck, Paul. (1999). *Aristotle's Meteorology and Its Reception in the Arab World: With an Edition and Translation of Ibn Suwār's Treatise on Meteorological Phenomena and Ibn Bājjā's Commentary on the Meteorology*: Brill, pp: 212,213,209,210.
- [73]. Michell, John. (2012). *The History and Philosophy of Earthquakes Accompanied by John Michell's Conjectures Concerning the Cause, and Observations upon the Phenomena of Earthquakes*, Cambridge University Press, ISBN: 9781108059909.
- [74]. Oldroyd, David; Amador, Filomena; Kozak, Jan; Carneiro, Ana; & Pinto, Manuel (2007). "The Study of Earthquakes in the Hundred Years Following the Lisbon Earthquake of 1755", *Earth Sciences History: Journal of the History of the Earth Sciences Society*, 26(2) DOI: 10.17704/eshi.26.2.h9v2708334745978.
- [75]. Petraits, C. (1966). *The Arabic Version of Aristotale's Meteorology*, Beirut, pp. 53-57.
- [76]. Rosenthal, F. (2003). *The Classical Heritage in Islam: Routledge*, pp.180-181.
- [77]. Udías Agustín, Arroyo, Alfonso López, (2008). "The Lisbon earthquake of 1755 in Spanish Contemporary Authors", In Mendes-Victor, Luiz A; Oliveira, Carlos Sousa; Azevedo, João; Ribeiro, Antonio, revisited. 2008, Springer. ISBN: 9781402086090. p. 14