

بررسی پدیده تخلخل و تکائف در طبیعیات فلسفه اسلامی (بחי منتقدانه از منظر دانش فیزیک)

سعید انواری^۱، عباس انواری^۲

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۰۹ - تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۱۰/۱۱)

چکیده

«تخلخل» و «تکائف» دو اصطلاح در علم طبیعیات هستند که در معانی متعددی به کار رفته‌اند. در این مقاله معانی مختلف این دو اصطلاح، اعم از حقیقی، غیرحقیقی، و مجازی، و تفاوت آن‌ها با نمو و ذبول، سمن و هزال، ورم و نیز زیادت و نقصان مصنوعی بیان شده و به شرح انواع مختلف آن‌ها از قبیل: طبیعی و قسری، ذاتی و عرضی، جسمانی و روحانی پرداخته شده است. سپس با بیان دلایل فلاسفه مشاء و ارائه آزمایش‌های تجربی در اثبات تخلخل و تکائف حقیقی، به نقد و بررسی این دلایل از منظر دانش فیزیک پرداخته و نشان داده شده است که گرچه به برخی از این دلایل ایراداتی وارد است، در مجموع می‌توان از تخلخل و تکائف حقیقی دفاع کرد و سخن مخالفان این نوع از تخلخل و تکائف، همچون شیخ اشراق، صحیح به‌شمار نمی‌آید.

کلید واژه‌ها: تخلخل، تکائف، انبساط، انقباض، طبیعیات، فیزیک، فلسفه اسلامی.

۱. استادیار فلسفه و کلام اسلامی، گروه فلسفه، دانشگاه علامه طباطبائی /
saeed.anvari@atu.ac.ir.

۲. استاد فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف.

۱. درآمد

پدیده‌های تخلخل و تکائف را در طبیعیات قدیم از خصوصیات اجسام دانسته‌اند و برای هر یک از آن‌ها اقسامی ذکر کرده‌اند. تا کنون تنها در مدخل‌های «کثافت» در *دائرةالمعارف تشیع* (انواری، ۱۳/ ۵۹۰-۵۹۵) و «تخلخل و تکائف» در *دائرةالمعارف بزرگ اسلامی* (نوربخش، ۱۴/ ۶۸۱-۶۸۲) به پدیده تخلخل و تکائف از دیدگاه فلاسفه اسلامی توجه شده است، اما بررسی جامعی در این مورد صورت نگرفته است. همچنین دلایل عقلی و تجربی تخلخل و تکائف حقیقی که از موارد اختلافی میان حکمت مشاء و اشراق به شمار می‌آید، از منظر علم فیزیک مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مقاله با بیان خصوصیات این دو پدیده به بررسی نظرات فلاسفه اسلامی در توجیه آن‌ها پرداخته و نشان داده شده است که تا چه میزان این نظرات با آنچه امروزه در علم فیزیک مطرح است، مطابقت دارد.

«تکائف» در لغت به معنای سست شدن و بر هم نشستن و تراکم و هم‌معنای «اندماج» یعنی در هم شدن و استوار شدن چیزی است، و در اصطلاح فلسفی به معنای کم شدن حجم و طول جسم است و در مقابل، تخلخل به معنای «جداشدن اجزای چیزی از یکدیگر» و هم معنای با «انتفاش» (حالتی که حیوان موی خود را باد می‌کند) است، و در اصطلاح فلسفی به معنای افزایش حجم و طول جسم است (دهخدا، *لغت نامه*؛ ابوالبقا، ۳۰۴؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۷۶/۴؛ فیاض، *شوارق الالهام*، ۴/ ۴۴۰؛ سبزواری، *شرح منظومه*، ۲۸۶/۴-۲۸۷). بر این اساس رابطه میان این دو اصطلاح را رابطه تضاد دانسته‌اند (تهانوی، ۴۵۰/۱).

۲. انواع تخلخل و تکائف

تخلخل و تکائف در دو معنای حقیقی و غیرحقیقی (مشهوری) به کار رفته‌اند (تهانوی، ۱۲۵۳/۲؛ بهمنیار، ۶۷۹؛ سبزواری، *شرح منظومه*، ۲۸۷/۴).

۱.۲. تخلخل و تکائف حقیقی

در نظر قدما، تخلخل حقیقی به معنای افزایش مقدار (کمیت) جسم است بدون آن که چیزی به آن اضافه شود و یا در میان آن حفره‌ای ایجاد گردد. بنابراین اگر افزایش

کمیت جسم بدون اضافه شدن جسمی از خارج صورت گیرد، به آن «تخلخل» می‌گویند (الآمدی، ۳۵۵، ابن‌سینا، الحدود، ۲۵۸؛ همو، نجاة، ۲۹۹؛ همو، عیون‌الحکمة^۱، ۱۸؛ غزالی، ۲۹۸؛ جرجانی، ۵۹). چنان‌که ابن‌سینا می‌نویسد: «متخلخل آن بود که جسم جنبش کند سوی زیادت، بی‌آنکه اندر وی چیزی دیگر آید» (ابن‌سینا، طبیعات دانشنامه، ۹).

تکائف حقیقی برخلاف تخلخل و به معنای کاهش مقدار (کمیت) جسم است، بدون آن‌که چیزی از جسم جدا گردد و یا حفره موجود در آن از میان برود (ابن‌سینا، عیون‌الحکمة، ۱۸؛ ابوالبقا، ۳۰۴؛ فیاض، گوهر مراد، ۱۲۲). بنابراین اگر کاهش کمیت جسم بدون خارج شدن جسمی از آن صورت گیرد، به آن «تکائف» می‌گویند (الآمدی، ۳۵۵، ابن‌سینا، الحدود، ۲۵۸؛ غزالی، ۲۹۸؛ جرجانی، ۷۱). ابن‌سینا می‌نویسد: «تکائف جنبش بود سوی نقصان، بی‌آن‌که چیزی بی‌آید» (ابن‌سینا، طبیعات دانشنامه، ۱۰). بر این اساس، در تخلخل نباید فرج (سوراخ و حفره) در شیء ایجاد شود و در تکائف نباید اکتناز (گرد آمدن و پُر شدن)^۲ رخ دهد (فخررازی، شرح عیون‌الحکمة، ۴۲/۲؛ شهرزوری، رسائل الشجرة، ۲۳۹/۲)، بدین معنا که تغییر حجم جسم نباید به دلیل ایجاد خلل و فرج (فضاهای خالی) و یا پُر شدن آن‌ها باشد.

فلاسفه اسلامی که به تخلخل و تکائف حقیقی اعتقاد داشته‌اند، مثال‌هایی در مورد آن بیان کرده‌اند که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. به عنوان مثال، تبدیل (انقلاب) بخار آب (هوا) به آب را از مصادیق تکائف حقیقی دانسته‌اند (غزالی، ۲۹۴) و یا شکسته شدن ظروف (اوانی) در اثر سرمای شدید را به دلیل متکائف شدن آن دانسته‌اند (ملاصدرا، الحاشیة علی‌الاهیات، ۵۴). همچنین حجیم شدن غذا در معده را نیز از اقسام تخلخل حقیقی به شمار آورده‌اند. به تعبیر ابن‌سینا: «چون طعام که اندر شکم کسی مهتر شود و بیاماسد» (ابن‌سینا، طبیعات دانشنامه، ۹).

۱. «التخلخل الحقیقی أن یصیر للمادة حجم أعظم من غیر زیادة شیء من خارج علیه أو إيقاع فرج فيه؛ و التکائف ضده».

۲. «من غیر أن یحدث فی باطنه شیء من الاکتناز».

۲.۲. تخلخل و تکائف غیرحقیقی

تخلخل غیرحقیقی آن است که جسمی که با جسم مورد نظر ما فرق دارد، از خارج وارد منفذهای آن شده و باعث افزایش حجم جسم گردد. مانند هنگامی که پنبه زده می‌شود و با داخل شدن هوا در داخل آن، افزایش حجم پیدا می‌کند و یا اگر اسفنجی را داخل آب کنیم، آب داخل شده به خلل و فرج آن، باعث افزایش حجم آن می‌گردد.

همچنین تکائف غیرحقیقی آن است که جسمی که با جسم مورد نظر ما فرق دارد، از منفذهای آن خارج گردد و بدین طریق باعث کاهش حجم جسم گردد. مانند آن که اگر پنبه زده شده، مدتی تحت فشار قرار گیرد، با خارج شدن هوای داخل منفذهای آن، کاهش حجم می‌دهد و کوچک می‌گردد و یا آن که اسفنج خیس، در اثر فشرده شدن، آب خود را از دست می‌دهد و کاهش حجم پیدا می‌کند.

این قسم از تخلخل و تکائف که آن را «عرفی» و «مشهوری» نیز نامیده‌اند (رضانژاد، ۱۵۵۸/۲)، به حالتی از افزایش و یا کاهش حجم جسم گفته می‌شود که در آن اجزاء غریب (غیرذاتی و غیرمقوم، اجسام خارجی) در ترکیب جسم داخل گردند و یا از آن خارج شوند. در این معنا است که تخلخل با «انتفاش» (حالتی که حیوان، موی خود را باد می‌کند) و تکائف با «اندماج» هم‌معنا است (فیاض، سوارق/اللاهام، ۴/۴۴۰).

شهرزوری تخلخل و تکائف غیرحقیقی را مذهب اوائل دانسته و آن را در مقابل نظر معلم اول و پیروان وی قرار داده است که تخلخل و تکائف حقیقی را پذیرفته‌اند (رسائل الشجرة، ۲/۲۳۹). باید گفت که شیخ اشراق تخلخل و تکائف حقیقی را نمی‌پذیرد و معتقد است که در تمامی مصادیق تخلخل و تکائف، جسمی لطیف بین اجزا جسم وارد می‌شود (تخلخل) و یا از آن خارج می‌گردد (تکائف) و بنابراین در نظر وی تمامی انواع تخلخل و تکائف از نوع غیرحقیقی آن هستند (سهروردی، حکمة الاشراق، ۲/۷۷). انکار تخلخل و تکائف حقیقی را به رواقیان نیز نسبت داده‌اند (ملاصدرا، الشوهد، ۱۰۰؛ اردکانی، ۱۴۵).

باید توجه داشت که اصطلاح تخلخل و تکائف غیرحقیقی با اصطلاحات «نمو و ذبول» (بالیدن و پژمردن) و «سمن و هزال» (چاقی و لاغری) و «ورم» (افزایش غیرطبیعی حجم یک عضو) و «زیادت و نقصان مصنوعی» (افزایش و کاهش حجم یک جسم به وسیله عاملی خارجی) که همگی به نوعی با افزایش و کاهش حجم جسم مرتبط هستند

متفاوت است (تهانوی، ۱۲۵۳/۲؛ ابن سینا، طبیعیات دانشنامه، ۸؛ همو، عیون الحکمة، ۱۸). برای روشن شدن تمایز میان آن‌ها، به شرح مختصر هر یک از این اصطلاحات می‌پردازیم.

نمو، سَمَن، ورم. اگر افزایش مقدار اصلی جسم در اثر اضافه شدن مقادیری از خارج به آن، در همه جهت‌ها و بر طبق نسبت‌های طبیعی باشد^۱، آن را «نمو» می‌نامند. (فیاض، ۱۲۲، الآمدی، ۳۵۵؛ کاتبی، ۴۳۴؛ ابن کمونه، ۳۰۰؛ بهمنیار، ۶۸۲؛ سهروردی، طبیعیات تلویحات، ۳۲). مانند آن که جانداران بر اثر تغذیه رشد می‌کنند و بر کمیت آن‌ها افزوده می‌شود (ابن سینا، طبیعیات دانشنامه، ۸). فلاسفه در این تعریف با افزودن قید «مقدار اصلی جسم» اضافه شدن شیئی به سطح خارجی جسم را از تعریف خارج کرده‌اند (ملاصدرا، شرح الهدایة، ۱۱۲). در صورتی که این افزایش در اجزای غیراصلی (زائد بر) جسم باشد، آن را «سَمَن» (چاقی) می‌نامند (سبزواری، شرح منظومه، ۲۸۳/۴). لازم به ذکر است که سمن تنها در عرض و عمق پدید می‌آید و نه در همه جهت‌ها، لذا قید «در همه جهت‌ها» را نیز در تعریف نمو ذکر کرده‌اند (ملاصدرا، شرح الهدایة، ۱۱۳؛ ابن کمونه، ۳۰۰). همچنین قید «بر طبق نسبت‌های طبیعی»، مورد ورم را از تعریف نمو خارج ساخته است (ملاصدرا، شرح الهدایة، ۱۱۳؛ ابن کمونه، ۳۰۰)، چرا که ورم، افزایش حجم جسم به نحو غیرطبیعی تعریف شده است.

ذُبُول و هَزَل. پدیده ذبول در مقابل نمو و پدیده هزل در مقابل سمن (چاقی) قرار دارد. اگر کاهش مقدار اجزای اصلی جسم در اثر جدا شدن مقادیری از جسم صورت گیرد، به این کاهش «ذُبُول» (پژمرده شدن) می‌گویند (الآمدی، ۳۵۵؛ ملاصدرا، شرح الهدایة، ۱۱۳؛ فیاض، شوارق الالهام، ۴۴۷/۴). مانند آن که بدن جانداران بر اثر سوء تغذیه، تحلیل می‌رود و از کمیت آن کاسته می‌شود (ابن سینا، طبیعیات دانشنامه، ۸؛ همو، نجات، ۲۹۹) و در صورتی که این کاهش در اجزاء غیراصلی جسم باشد، آن را «هَزَل» (لاغری) می‌نامند (سبزواری، شرح منظومه، ۲۸۳/۴؛ همو، اسرار الحکم، ۲۶۷).

زیادت و نقصان مصنوعی آن است که به وسیله عاملی خارجی بخشی از همان نوع جسم را به آن افزوده یا از آن جدا کنیم تا حجم جسم افزوده شده و یا کم گردد.

۱. به نحوی که طبیعت جسم مقتضی آن باشد.

۳. بحث تخلخل و تکائف از منظرهای دیگر

تخلخل و تکائف را می‌توان در مورد کل عالم و یا در مورد اشیای درون عالم مطرح نمود (مطهری، ۱۹۹). در مورد کل عالم این سؤال مطرح است که آیا کل عالم می‌تواند متخلخل و یا متکائف گردد؟ استاد مطهری تخلخل کل عالم را با نظریهٔ «انبساط کیهانی» مشابه دانسته‌اند (مطهری، ۲۰۰).^۱ در مورد اشیای درون عالم، تخلخل و تکائف را از منظرهای مختلفی دسته‌بندی کرده‌اند. یکی از این دسته‌بندی‌ها تقسیم تخلخل و تکائف به حقیقی و غیرحقیقی است که پیش از این بیان گردید. سایر تقسیم‌بندی‌های مطرح شده به قرار زیرند.

الف) تخلخل و تکائف مجازی. از این منظر، به «رقیق بودن» (رقّة القوام) و «غلیظ بودن» (غلظة القوام) به نحو مجازی، تخلخل و تکائف اطلاق می‌شود (ابن‌سینا، الحدود، ۲۵۸؛ بهمنیار، ۶۷۹؛ تهانوی، ۴۵۱/۱، ۱۲۵۳/۲؛ نگری، ۲۷۹/۱، سبزواری، شرح منظومه، ۲۸۷/۴). حکیم سبزواری این قسم را نیز تخلخل و تکائف «مشهوری» نامیده است (سبزواری، شرح منظومه، ۲۸۷/۴). این معنا از تخلخل و تکائف با معنای لطافت در مقابل کثافت یکسان است (فخر رازی، المباحث، ۳۹۴/۱). «لطیف» در مقابل «کثیف» به اشتراک لفظ دارای چهار معنا است که تنها در یک معنای خود با تخلخل مجازی اشتراک دارد^۲ (ملاصدرا، اسفار، ۶۵/۴). در این معنا لطافت به معنای رقیق بودن (رقّت) و کثافت به معنای غلیظ بودن (غلظت) است که از اقسام ملموسات به‌شمار می‌آیند (نیشابوری، الحدود، ۴۳؛ قطب شیرازی، درة التاج، ۵۴۸) و جسم کثیف به معنای جسم سخت و محکم (غلیظ القوام) است و جسم لطیف یعنی آنچه نرم و سُلب (رقیق القوام) است و به آسانی اشکال مختلف را می‌پذیرد و از دست می‌دهد (فخر رازی، المباحث، ۲۸۲/۱).

۱. از آن‌جا که قدما به تخلخل اجرام فلکی قائل نبوده‌اند (ابن‌سینا، الاشارات، ۵۹/۲؛ سبزواری، اسرار الحکم، ۷۱) و فلک اقصی را قابل انبساط ندانسته‌اند (نک: میرداماد، قبسات، ۴۳۵)، به نظر می‌رسد که تخلخل کل عالم تنها یک فرض بوده است که موافقین زیادی نداشته است و نمی‌توان آن را با فرضیهٔ انبساط کیهانی قابل مقایسه دانست.

۲. جهت بررسی سه معنای دیگر نک: سعید انواری، مدخل «کثافت»، دائرة المعارف تشیع، ۵۹۰/۱۳-۵۹۱؛ نیز: علی افضلی، «مادهٔ لطیف و مادهٔ کثیف»، ص ۱۱۴.

ب) تخلخل و تکاثف طبیعی و قسری. تخلخل و تکاثف را از این منظر به «طبیعی» (= طبیعی) و «قسری» تقسیم کرده‌اند (ابن‌سینا، طبیعیات دانشنامه، ۱۱). مطابق این تعریف، در صورتی که عاملی خارجی در تخلخل و تکاثف دخالت داشته باشد مثلاً چنان که به وسیله آتش، آب را گرم کنیم تخلخل پدید آمده را قسری می‌نامند و در صورتی که خود طبیعت باعث این امر گردد و مثلاً به نحو طبیعی آب به هوا (بخار آب) منقلب گردد، تخلخل پدید آمده را طبیعی دانسته‌اند^۱ (قطب شیرازی، درة التاج، ص ۶۴۲؛ ابن‌کمونه، ۲۳۲؛ شهرزوری، رسائل الشجرة، ۲/۲۴۷).

ج) تخلخل و تکاثف ذاتی و عرضی. از این منظر تخلخل و تکاثف را به «ذاتی» و «عرضی» تقسیم کرده‌اند، چنانکه حرکت را به طور کلی به ذاتی و عرضی تقسیم کرده‌اند (ابن‌سینا، طبیعیات دانشنامه، ۱۰ و ۱۱). اگر تخلخل و تکاثف موجب تغییر عنصری به عنصر دیگر شود (صورت نوعیه تغییر کند)، مانند آنکه آب به هوا و یا هوا به آب مبدل گردد، آن را تخلخل و تکاثف ذاتی می‌نامند^۲ و در صورتی که موجب تغییر عنصری به عنصر دیگر نگردد (صورت نوعیه تغییر نکند) آن را بالعرض می‌نامند. مانند آنکه هوا در روز، گرم و متخلخل و در شب، سرد و متکاثف می‌گردد (ابن‌سینا، تعلیقات، ۶۰).

د) تخلخل و تکاثف جسمانی و روحانی. از این منظر تخلخل و تکاثف را به «جسمانی» و «روحانی» تقسیم کرده‌اند. تخلخل و تکاثف جسمانی به افزایش و کاهش حجم جسم اطلاق می‌شود. در مقابل، از انبساط و انقباض روحی به تخلخل و تکاثف روحانی تعبیر کرده‌اند (نک: ملاصدرا، سفار، ۱۵۵/۴). مانند انبساطی (تخلخلی) که از شادی (فرح) در روح انسان پدید می‌آید و گرفتگی (تکاثفی) که بر اثر غم در روح پدید می‌آید (ابن‌سینا، رساله فی الأدویة، ۲۳۵ و ۲۳۶؛ فخررازی، المباحث، ۴۰۸/۱؛ کاتبی،

۱. باید توجه داشت که امروزه فعلی مستقیماً به طبیعت منسوب نمی‌شود. بر این اساس، تخلخل و تکاثف طبیعی نیز در حقیقت از نوع قسری آن به شمار می‌آیند. بدین معنا که آب همواره بر اثر عاملی خارجی به بخار تبدیل می‌شود.

۲. باید توجه داشت که اصطلاح تغییر ذاتی در اینجا به معنای انقلاب در ذات نیست که امری محال به شمار می‌آید.

۳۳۰). از آن جا که این نوع از تخلخل و تکائف با مباحث طبیعیات قدیم مرتبط نیست و تنها به دلیل اشتراک لفظ تخلخل و تکائف نامیده شده‌اند، به بررسی آن نمی‌پردازیم.

۴. رابطه تخلخل و تکائف با انبساط و انقباض

اصطلاح انبساط و انقباض که به نوعی با مفهوم تخلخل و تکائف مرتبط است، در گذشته بیشتر در حیطه پزشکی به کار رفته است و مثلاً نبض را ناشی از انبساط و انقباض رگ دانسته‌اند (ابن‌سینا، رگ شناسی، ۹). همچنین از انبساط و انقباض نفس. روح انسان سخن گفته‌اند و تخلخل و تکائف روحانی را عامل آن به شمار آورده‌اند (فخر رازی، المباحث، ۴۰۸/۱؛ هروی، ۲۴۷؛ ملاصدرا، اسفار، ۱۵۵/۴). اما این اصطلاح در حیطه طبیعیات نیز در کنار اصطلاح تخلخل و تکائف مطرح بوده است^۱ (نک: ابن‌سینا، طبیعیات شفا، ۳۳/۱ و ۲۱۹؛ شهرزوری، رسائل الشجرة، ۲۴۲/۲؛ ابوحیان، ۳۲۱). از موارد فوق و همچنین مواردی که در متن مقاله به کار رفته است می‌توان چنین استنباط کرد که تخلخل و تکائف دارای دو مصداق کلی زیر است.

الف) بزرگ و کوچک شدن یک ماده؛ مانند آن که اجسام معمولاً در اثر سرما (برودت) کوچک شده و در اثر گرما (حرارت) بزرگ می‌گردند. در این نوع از تخلخل و تکائف، حالت ماده تغییر نمی‌کند. این نوع از تخلخل و تکائف را می‌توان با انبساط و انقباضی که در علوم امروزی مصطلح است معادل دانست.

ب) تغییر حالت ماده؛ مانند آن که آب در اثر گرما به بخار و در اثر سرما به یخ تبدیل شود. در این نوع از تخلخل و تکائف بهتر است از اصطلاح‌هایی نظیر: تبخیر، انجماد، تصعید، چگالش، و غیره که بعضی از آنها در قدیم نیز به کار می‌رفته‌اند استفاده نمود.

۵. بحث تخلخل و تکائف از منظر حرکت

تخلخل و تکائف را نوعی تغییر یا حرکت در اجسام دانسته‌اند. بر این اساس موضوع این حرکت در تخلخل و تکائف حقیقی «هیولای اولی» و در تخلخل و تکائف غیرحقیقی

۱. به عنوان نمونه ابن‌سینا می‌نویسد: «... فأما كونه مبدأ للحركة في الكرم، فهو حال الطبيعة الموجبة لزيادة تخلخل و انبساط في الحجم، أو تکائف و انقباض في الحجم» (طبیعیات شفا، ۳۳/۱).

«جسم» به شمار می‌آید (ملاصدرا، *اسفار*، ۹۴/۳-۹۵). این نوع از حرکت و تغییر بر اساس معانی مختلف تخلخل و تکاثف، در مقولات مختلفی رخ می‌دهد^۱ (ابن‌سینا، *الحدود*، ۲۵۸؛ همو، *منطق شفا*، ۱۹۷/۱؛ غزالی، ۲۹۸).

۵. ۱. حرکت در مقوله کم

این قسم حرکت مربوط به تخلخل و تکاثف‌های حقیقی است. تخلخل و تکاثف حقیقی را از اقسام حرکت در مقوله کم دانسته‌اند (ابن‌سینا، *طبیعیات شفا*، ۳۳/۱؛ بهمنیار، *التحصیل*، ۶۷۹؛ ملاصدرا، *الشواهد*، ۱۰۰؛ همو، *اسفار*، ۱۱۷/۳؛ سهروردی، *طبیعیات تلویحات*، ۳۲). البته شیخ اشراق که جسم را همان مقدار می‌داند (سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۷۹/۲)، حرکت در کم (مقدار) را صحیح به‌شمار نمی‌آورد (سهروردی، *المشارع*، ۲۴۳/۱؛ ملاصدرا، *الشواهد*، ۱۰۰؛ دینانی، *شعاع اندیشه*، ۲۴۶؛ نیز نک: ملاصدرا، *اسفار*، ۱۰۰/۵) و به همین دلیل است که تخلخل و تکاثف حقیقی را نمی‌پذیرد (نک: سهروردی، *المشارع*، ۲۴۳/۱؛ همو، *حکمة الاشراق*، ۷۷/۲).

۵. ۲. حرکت در مقوله کیف

این قسم حرکت مربوط به نوع مجازی تخلخل و تکاثف است. در این تفسیر تخلخل و تکاثف مجازی (به معنای رقت و غلظت) را از مصادیق حرکت در مقوله کیف (و از اقسام کیف محسوس) دانسته‌اند (سبزواری، *شرح منظومه*، ۲۸۷/۴؛ رضانژاد، ۱۵۶۲/۲؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۲۲۸/۳، ۸۰ و ۶۸/۴). بر این اساس سرد شدن و گرم شدن (تبرّد و تسخّن) را که از مصادیق استحاله به‌شمار می‌آیند، حرکت در کیف دانسته‌اند (ملاصدرا، *اسفار*، ۱۱۳/۳؛ اردکانی، ۲۳۰).

۵. ۳. حرکت در مقوله وضع

این قسم حرکت مربوط به نوع غیرحقیقی تخلخل و تکاثف است. تخلخل و تکاثف غیرحقیقی را از مصادیق حرکت در مقوله وضع به‌شمار آورده‌اند (فارابی، *مسائل متفرقه*،

۱. «مشتک یقع علی اربعة معان... واحده حركة فی الكم و الاخر کیفیة و الثالث حركة فی الوضعة و الرابع وضع».

۴؛ همو، *جواب لمسائل*، ۸۲؛ ابن سینا، *منطق شفا*، ۱۹۷/۱؛ ابن رشد، *تلخیص*، ۱۲۶؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۶۸/۴). چرا که تخلخل و تکائف به معنای دوری و نزدیکی (تباع و تقارب) اجزاء جسم و تغییر وضعیت آن‌ها نسبت به یکدیگر است (بهمنیار، *التحصیل*، ۶۷۹؛ ابن رشد، *تلخیص*، ۱۲۶) و بر این اساس تخلخل و تکائف غیرحقیقی از مصادیق حرکت وضعی به شمار می‌آید (ابن سینا، *منطق شفا*، ۱۹۷/۱؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۲۲۸/۳؛ سبزواری، *شرح منظومه*، ۲۸۷/۴؛ رضانژاد، ۱۵۶۲/۲؛ فیاض، *شوارق الالهام*، ۴۴۰/۴). چرا که حرکت اجزاء جسم، باعث ایجاد هیئتی در جسم می‌گردد که از مصادیق حرکت وضعی است (تهانوی، ۴۵۰/۱؛ سبزواری، *شرح منظومه*، ۲۸۷/۴). همچنین علاوه بر آنکه تخلخل و تکائف را حرکتی وضعی به شمار آورده‌اند، یکی از معانی تخلخل و تکائف را خود مقوله وضع ذکر کرده‌اند. بدین معنا که این دو اصطلاح به هیئت وضع اجزاء یک جسم نیز اطلاق می‌شود (ابن سینا، *الحدود*، ۲۵۸؛ غزالی، ۲۹۸).

۵. ۴. حرکت در مقوله این

این قسم حرکت مربوط به نوع غیرحقیقی تخلخل و تکائف است (فاضل تونی، ۸۸؛ ملکشاهی، ۶۰/۱). همانطور که گفته شد، در پدیده‌های تخلخل و تکائف، در صورتی که هر جزء از اجزای یک جسم را در نسبت با اجزاء دیگر آن بسنجیم، حرکت ایجاد شده از مقوله وضع خواهد بود، اما در صورتی که هر جزء را به تنهایی در نظر بگیریم، حرکت ایجاد شده، حرکتی آینی به شمار می‌آید (فیاض، *شوارق الالهام*، ۴۴۰/۴). از این منظر ارسطو تخلخل و تکائف را از نوع حرکت در مکان به شمار آورده است که موجب اجتماع و افتراق و نیز کون و فساد اشیاء می‌گردد (b, 12-13۲۶۰).

از مطالب فوق نتیجه می‌شود که نوع حقیقی تخلخل و تکائف، از سنخ حرکت در مقوله کم و نوع مجازی آن از سنخ حرکت در مقوله کیف و نوع غیرحقیقی آن نیز از دو منظر مختلف، از سنخ حرکت وضعی و یا آینی به شمار می‌آید.

۶. تأثیرات تخلخل و تکائف بر اشیا

از نظر قدما، پدیده‌های تخلخل و تکائف تأثیراتی بر اشیای عالم تحت القمر دارند که در این بخش به آن‌ها اشاره می‌گردد. لازم به ذکر است که از نظر قدما، تخلخل و تکائف در

اجزای فلکی راه ندارد (ابن سینا، *الاشارات*، ۵۹/۲؛ سبزواری، *اسرار الحکم*، ۷۱؛ ملکشاهی، ۶۱/۱).

۶.۱. سنگینی و سبکی اشیا

تخلخل و تکائف با سنگینی و سبکی (ثقل و خفت) اجسام مرتبط است (ابوالفرج، ۸۸۵/۲؛ یحیی بن عدی، ۴۰۲/۱^۱). چنان که «یخ چون اندر آب افکنی بر سر آب آید از آنک سبکتر می‌گردد» (ابن سینا، *قراضة طبیعات*، ۹۲؛ ابوریحان، مسئله هشتم، ۴۹). فخررازی نقل می‌کند که برخی معتقدند که هنگامی که جسم تخلخل غیر حقیقی پیدا می‌کند و خلأ در میان اجزای آن وارد می‌شود، به دلیل آنکه در خلأ نیروی دافعه به سمت بالا وجود دارد، جسم سبک می‌گردد (*المباحث*، ۲۴۷/۱). ابن سینا در پاسخ ابوریحان که از علت سبک‌تر بودن یخ نسبت به آب پرسیده است می‌گوید که سبک‌تر بودن یخ به این دلیل است که اجزائی از هوا در آن وارد شده است (ابوریحان، مسئله هشتم، ۴۹).

۶.۲. سختی و نرمی اشیا

تخلخل و تکائف با نرمی و سختی (لین و صلابت) اجسام مرتبط است (ابوالفرج، ۸۸۵/۲؛ یحیی بن عدی، ۴۰۲/۱^۲). این خصوصیت قبلاً در معنای تخلخل و تکائف مجازی مورد اشاره قرار گرفت.

۶.۳. تبدیل عناصر به یکدیگر

تخلخل و تکائف معادل واژه یونانی *ts pucnsn cai mansn ts* (افنان، ۹۰؛ نوربخش، ۶۸۱) هستند. فیلسوفان پیش از سقراط که در پی یافتن ماده نخستین همه اشیا (ماده مواد، اسطقس) بوده‌اند، در تبیین نظریات خود از پدیده تخلخل و تکائف استفاده کرده‌اند. به عنوان مثال آناکسیمنس (عق م) این نظریه را مطرح کرد که هوا بر اثر تکائف

۱. «فالخفة تتبع التخلخل والثقل يتبع التکائف».

۲. «والصلابة ففی أكثر الأمر تتبع الكثافة واللین يتبع التخلخل».

به آب و خاک و بر اثر تخلخل به آتش مبدل می‌شود و بر این اساس هوا را ماده نخستین به شمار آورد (کاپلستون، ۳۶/۱؛ گمپرتس، ۳۴/۱ و ۷۶/۱). همچنین کسانی که آب و یا آتش و یا هوا را ماده‌ی مواد به شمار آورده‌اند از این دو پدیده در توجیه مطالب خود استفاده کرده‌اند. به عنوان مثال کسانی که ماده‌ی مواد (اسطقس) را آب دانسته‌اند معتقدند که آب در اثر تکاثف به خاک و در اثر تخلخل به هوا مبدل می‌شود (ابن‌رشد، تفسیر ما بعد الطبیعه، ۸۲/۱-۸۳). چنان‌که فخررازی می‌نویسد: «آن‌جا که سرما سخت بر هوا زند، هوا متکاثف شود و آب گردد» (فخررازی، الرسالة الکمالیه، ۹۸). ابن‌سینا تشریح کرده است که چگونه چهار عنصر آب و باد و خاک و آتش در اثر تخلخل و تکاثف از ماده‌ای که در زیر فلک قرار داشته، پدید آمده‌اند (ابن‌سینا، رساله در حقیقت...، ۲۴-۲۵). بنابر این کسانی که معتقد بودند یکی از عناصر چهارگانه، ماده‌ی مواد سایر عناصر است، نحوه‌ی پدید آمدن سایر عناصر از آن را با پدیده‌ی تخلخل و تکاثف توجیه کرده‌اند (فیاض، شوارق الالهام، ۳۹۳/۳؛ شهرزوری، نزهة الارواح، ۱۷).

۴.۶. پدید آمدن بادها

گفته‌اند که چون هوا به وسیله‌ی گرمای خورشید متخلخل شود، هوای مجاور خود را دفع کند و آن هوا نیز هوای مجاور خود را دفع می‌کند و در نهایت باد به وزیدن در می‌آید. همچنین با متکاثف شدن هوا، هوای مجاور به سوی آن حرکت می‌کند و باد پدید می‌آید (ابن‌سینا، طبیعیات شفا، ۵۹/۲؛ فیاض، گوهر مراد، ۱۲۲؛ شهرزوری، رسائل الشجرة، ۲۹۲/۲؛ اردکانی، ۳۸۱؛ کاتبی، ۵۷۸).

۷. تخلخل و تکاثف حقیقی و نتایج فلسفی آن

مهم‌ترین مسئله‌ای که در رابطه با موضوع تخلخل و تکاثف در میان فلاسفه مطرح بوده است، پذیرش یا عدم پذیرش تخلخل و تکاثف حقیقی بوده است. این نوع از تخلخل و تکاثف دارای نتایج و تبعات فلسفی بوده است که موافقان و مخالفانی را به همراه داشته است. در این بخش به برخی از مهم‌ترین این موارد اشاره می‌شود.

الف. تخلخل و تکاثف به عنوان یکی از براهین اثبات هیولی (ماده) به‌شمار آمده است. بر طبق این برهان از آن‌جا که در پدیده‌ی تخلخل و تکاثف جسم، بزرگ و کوچک

می‌شود (صورت جسم تغییر می‌کند) باید امر مشترکی میان جسم کوچک و بزرگ وجود داشته باشد تا بتوان گفت که این جسم همان جسم سابق است. این امر مشترک همان هیولی است (ابن‌سینا، *الاشارات*، ۷۷-۷۸؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۷۶/۳ و ۷۳/۵؛ دینانی، *شعاع اندیشه*، ۲۰۸؛ ملک‌شاهی، ۶۱/۱). این برهان را می‌توان شبیه برهان فصل و وصل دانست (نک: ابن‌سینا، *الاهیات شفا*، ۷۷-۷۸؛ همو، *الاشارات*، ۵۹/۲). لازم به ذکر است که پذیرش تخلخل و تکاثف حقیقی و هیولای اولی، لازم و ملزوم یکدیگرند و به همین دلیل است که در برخی از کتاب‌ها، پذیرش و اثبات تخلخل و تکاثف حقیقی را از فروع وجود هیولی دانسته‌اند (نک: شهرزوری، *رسائل الشجرة*، ۷/۲؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۹۱/۵؛ فیاض، *شوارق الالهام*، ۴۴۲/۴). این امر باعث شده است تا فلاسفه‌ای همچون سهروردی که منکر وجود هیولی اولی هستند، تخلخل و تکاثف حقیقی را نیز نپذیرند (نک: سهروردی، *حکمة الاشراف*، ۷۴/۲-۷۹).

ب. از آن‌جا که نظریه جوهر فرد (جزء لایتجزی) در مقابل نظریه هیولای اولی قرار دارد، پذیرش تخلخل و تکاثف حقیقی را مبتنی بر نفی نظریه جوهر فرد دانسته‌اند (ملاصدرا، *اسفار*، ۱۱/۴) و گاه آن را دلیل بر ابطال این نظریه به شمار آورده‌اند (همان، ۶۴/۵؛ اردکانی، ۱۱۸). زیرا جسم در نظر مثبتین نظریه جزء لایتجزی چیزی جز همان جوهر فرد نیست که تغییر (افزایش و کاهش) نمی‌پذیرد (فخررازی، *المباحث*، ۵۷۲/۱).

ج. همچنین پدیده‌های تخلخل و تکاثف حقیقی را دلیلی بر عرضی بودن مقدار دانسته‌اند (اردکانی، ۱۲۹).

د. برخی از کسانی که قائل به وجود خلأ در درون عالم شده‌اند، علت تخلخل و تکاثف را خلأ دانسته‌اند و گاه این پدیده را یکی از ادله خود در اثبات خلأ دانسته‌اند؛ ولی ابن‌سینا و بسیاری دیگر، معتقدند که تخلخل و تکاثف حقیقی دلیل بر وجود خلأ نیست (یحیی، ۳۴۴/۱ و ۳۸۸-۳۸۹؛ ابن‌سینا، *طبیعیات دانشنامه*، ۱۱۷/۱؛ همو، *طبیعیات شفا*، ۱۴۵/۱؛ فخررازی، *المباحث*، ۲۴۷/۱؛ ابوحیان، ۳۲۱؛ ملاصدرا، *اسفار*، ۵۳/۴؛ اردکانی، ۲۷۴). ابوریحان بیرونی آزمایش بالارفتن آب در ظرفی که هوای آن را مکیده و به نحو واژگون بر روی آب قرار داده‌اند را، دلیلی بر وجود خلأ دانسته است (نک: ابوریحان، مسئله ششم، ۵۸). ابوسعید معصومی این نظر ابوریحان را رد کرده است (نک: ابوریحان، ۸۵-۸۶). همچنین یحیی بن عدی گزارش کرده است که قائلین به وجود خلأ،

شکسته شدن ظروف سربسته حاوی آب را بر اثر حرارت، دلیل بر وجود خلأ دانسته‌اند (یحیی، ۳۸۹/۱).

۸. دلایل موافقان تخلخل و تکائف حقیقی

پدیده‌های تخلخل و تکائف غیرحقیقی، اموری تجربی و واضح‌اند (ابن‌سینا، *نجات*، ۵۰۷). اما تخلخل و تکائف حقیقی نیازمند دلیل است که در اینجا به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌گردد. این دلایل به دو دسته عقلی و تجربی تقسیم می‌شوند.

الف. دلیل عقلی. از آن‌جا که «کم» عرضی است که بر اجسام عارض می‌شود و مقید به مقدار معینی نیست، نمی‌توان گفت که جسم باید تنها مقدار معینی (حجمی ثابت) داشته باشد. بنابراین لازم است تا امکان کوچک شدن (به وسیله تکائف) و بزرگ شدن (به وسیله تخلخل) در جسم وجود داشته باشد. بنا بر این از آن‌جا که داشتن مقداری معین (حجم ثابت) برای یک جسم ذاتی آن نیست، همواره امکان تغییر مقدار جسم (در اثر تخلخل و تکائف) وجود دارد (ابن‌سینا، *نجات*، ۵۰۷؛ مطهری، *شرح الاهیات نجات*، ص ۱۹۴-۱۹۷).

ب. دلایل تجربی. عده‌ای پدیده تخلخل و تکائف حقیقی را نیز محسوس دانسته‌اند (ابن‌سینا، *الاهیات شفا*، ۷۷) و برای آن دلایل تجربی ذکر کرده‌اند. در این بخش مهمترین دلایل تجربی این پدیده ذکر می‌شود.

یکم. شکسته شدن ظرف (اوانی) سربسته. اگر آبی که در ظرفی سربسته قرار دارد گرم شود، باعث شکسته شدن ظرف می‌گردد. علت این امر آن است که بر اثر تخلخل، آب داخل ظرف حجیم می‌شود و همین امر باعث شکسته شدن ظرف می‌شود. از آن‌جا که جسم دیگری داخل در ظرف نبوده است، این ازدیاد حجم ناشی از تخلخل حقیقی است (خواجه نصیر، *تجرید الاعتقاد*، ۳۷۵؛ فیاض، *سوارق الاهیام*، ۴/۴۴۶).

دوم. بالارفتن آب در ظرف بدون هوا. علت بالا رفتن آب در داخل شیشه‌ای که هوای آن را مکیده‌ایم و آن را به صورت معکوس بر روی سطح آب قرار داده‌ایم، این امر دانسته‌اند که هوای باقی مانده در شیشه، ابتدا به دلیل امتناع خلأ، منبسط (متخلخل) می‌شود و تمام شیشه را فرا می‌گیرد. سپس پس از تماس با آب و در اثر برودت طبیعی آب (سرمای آب) منقبض (متکائف) شده و از آن‌جا که خلأ نمی‌تواند در شیشه پدید

آید، آب جای هوای منقبض شده را پُر می‌کند (ابن‌سینا، *نجات*، ۲۹۹؛ بهمنیار، *التحصیل*، ۶۷۹-۶۸۰؛ ابوریحان، مسئله ششم، ۴۷-۴۸؛ سبزواری، *شرح منظومه*، ۲۸۶/۴؛ رضانزاد، ۱۵۶۱/۲). علت آن که پیش از مکیدن هوا چنین اتفاقی نمی‌افتد آن است که هوای داخل شیشه متخلخل و رقیق نشده و به استحکام طبیعی خود باقی است و لذا بروود آب نمی‌تواند آن را متکاثف کند (فیاض، *گوهر مراد*، ۱۲۲-۱۲۳). در اثبات تخلخل و تکاثف حقیقی، آزمایش‌های دیگری نیز مطرح شده است که از نظر ساختاری با این آزمایش مشابه است (نک: ملاصدرا، *سفار*، ۹۳/۵).

لازم به ذکر است که ابن‌سینا در پاسخ به سؤال ابوریحان در مورد این آزمایش مدعی می‌شود که اگر در درون شیشه بدمیم نیز همین اتفاق رخ خواهد داد (ابوریحان، مسئله ششم، ۴۸).

سوم. قَمَاقِمِ صَيَّاحِه. اگر ققممه‌ای را پر از آب کنیم و دهانه آن را محکم نماییم و آن را بر روی آتش قرار دهیم، ققممه می‌ترکد، علت این امر آن است که با گرم شدن آب داخل ققممه و افزایش حجم آن (تخلخل آب) به پوسته ققممه فشار وارد می‌شود و پوسته پاره می‌شود. در کتاب‌های فلاسفه اسلامی این آزمایش تجربی را تحت عنوان «قَمَاقِمِ صَيَّاحِه» (ققممه‌های آواز دهنده) مطرح کرده‌اند، چرا که ترکیدن و انفجار ققممه با صدا همراه است (ابن‌سینا، *الاشارات*، ۲۸۱/۲؛ همو، *نجات*، ۳۰۰؛ سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۷۷/۲). از آن‌جا که داخل ققممه ماده دیگری (مخصوصاً هوا) وجود ندارد تا بگوییم که بر اثر ورود ذرات آن ماده در میان ذرات آب، آب داخل ققممه منبسط شده است، همچنین از آن‌جا که جدار خارجی ققممه مانع از نفوذ آتش بوده است، امکان نفوذ آتش در میان ذرات آب نبوده است تا تخلخل پدید آمده را از نوع غیرحقیقی بدانیم، لذا می‌توان نتیجه گرفت که این انبساط از نوع تخلخل حقیقی بوده است (قطب شیرازی، *شرح حکمة الاشراق*، ۴۱۹).

چهارم. شکسته شدن ظروف بر اثر یخ بستن آب داخل آن‌ها. در رساله *قراضه طبیعیات* که به ابن‌سینا منسوب است در پاسخ به این پرسش که چرا کوزه‌ای که آب درون آن یخ می‌زند، می‌شکند؟ آمده است: «برودت، اجزای آب را اندر حال جمود متفرق گرداند تا بدان سبب جرم آب متخلخل و حجم او مهتر شود چنانکه اندر کوزه ننگجد تا کوزه بدان سبب بشکافد» (ابن‌سینا، *قراضه*، ۹۱-۹۲).

نظیر این پرسش را ابوریحان نیز از ابن‌سینا پرسیده است که پاسخ وی با آن‌چه در قراضه طبیعیات آمده است متفاوت است. ابوریحان می‌پرسد که اگر ترکیدن قماقم صیاحه به دلیل منبسط شدن آب درون آن (به دلیل گرما) است، علت شکسته شدن ظروف به دلیل انجماد آب درون آن‌ها (بر اثر سرما) چیست؟ ابن‌سینا این‌گونه پاسخ می‌دهد که جسم درون ظرف بر اثر سرما منقبض می‌گردد و مکان کوچک‌تری را در ظرف اشغال می‌کند، اما از آن‌جا که خلأ امری محال است و فضای باقی مانده در ظرف نمی‌تواند توسط خلأ پرگردد، به ناچار ظرف می‌شکند تا هوای بیرون ظرف، فضایی را که در اثر کوچک شدن جسم پدید آمده است، پر نماید (ابوریحان، مسأله هفتم، ۴۸-۴۹). اما ابوریحان از این پاسخ قانع نمی‌شود و اشکال کرده است که اگر قماقمه پر از آب، در اثر گرما به طرف بیرون و در اثر سرما به طرف داخل پاره شود، سخن ابن‌سینا صحیح است، در صورتی که در هر دو حالت قماقمه به طرف بیرون پاره می‌شود (ابوریحان، اعتراض هفتم، ۵۸). ابوسعید معصومی در مقام دفاع از ابن‌سینا به این اشکال این‌گونه پاسخ داده است که حواس ما نمی‌تواند پاره شدن به طرف داخل را از پاره شدن به طرف خارج تفکیک نماید (معصومی، ۸۶).

چنان‌که ملاحظه می‌شود، این دو پاسخ ابن‌سینا مخالف یکدیگر است و به همین دلیل برخی در انتساب رساله قراضه طبیعیات به وی تردید کرده‌اند (نک: قراضه طبیعیات، مقدمه مصحح، ۶). اما صرف نظر از این‌که کدام پاسخ صحیح است، می‌توان ترکیدن کوزه پر از آب را در اثر سرما دلیلی بر پدیده تخلخل و تکائف حقیقی به‌شمار آورد. این موضوع همراه با سایر مطالب مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۹. اشکالات مخالفان تخلخل و تکائف حقیقی

کسانی که تخلخل و تکائف حقیقی را نپذیرفته‌اند، اشکالاتی بر دلایل موافقان مطرح کرده‌اند که در این بخش به مهمترین آن‌ها اشاره می‌گردد.

۹.۱. اشکالات فلسفی

یکم. چنان‌که ذکر گردید، تنها برهان عقلی بر وجود تخلخل و تکائف حقیقی بر پایه عرض بودن مقدار بنا شده است. بر این اساس تمامی سخنان فلاسفه اشراقی در مخالفت

با عرض بودن مقدار، به نوعی این برهان را خدشه‌دار می‌سازند. در نتیجه اگر مانند شیخ اشراق بپذیریم که حقیقت جسم همان «مقدار» است (سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۷۷/۲؛ قطب شیرازی، *شرح حکمة الاشراق*، ۴۱۸؛ دینانی، *شعاع اندیشه*، ۲۱۰)، کم و زیاد شدن مقدار به معنای کم و زیاد شدن خود جسم خواهد بود. این سخن از نظر وی بدین معنا است که یک جسم، دو جسم متفاوت باشد و دو مقدار متفاوت داشته باشد. لذا وی معتقد است که در پدیده تخلخل و تکاثف، عاملی خارجی به آن وارد و یا از آن خارج می‌شود و در نتیجه تخلخل و تکاثف حقیقی منتفی است (ملاصدرا، *الشواهد*، ۱۰۰؛ قطب شیرازی، *شرح حکمة الاشراق*، ۴۱۸). شهرزوری در این باره می‌نویسد که از آن‌جا که جسم همان مقدار است، نمی‌توان مقدار را حال در محل به شمار آورد (*رسائل الشجرة*، ۲۴۰/۲).

دوم. نمی‌توان پذیرفت که شیئی به اندازه یک دانه، استعداد پذیرش تمامی مقادیر عالم به وسیله تخلخل را داشته باشد (سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۷۹/۲؛ شهرزوری، *رسائل الشجرة*، ۲۴۲/۲).

سوم. از آن‌جا که از نظر اکثر فلاسفه، خلأ امری محال است و بر این اساس عالم پُر (ملاً) است. همچنین عالم متناهی است، و این دو پدیده نیز لزوماً همزمان در دو جسم مختلف پدید نمی‌آیند (یعنی با متخلخل شدن یک جسم، لزوماً جسم دیگری متکاثف نمی‌شود)؛ در صورت پذیرش پدیده تخلخل و تکاثف حقیقی، با متخلخل شدن و افزایش یافتن مقدار یک جسم، تداخل اجسام که امری محال است رخ خواهد داد (سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۷۸/۲؛ شهرزوری، *رسائل الشجرة*، ۲۴۱/۲).

همچنین دلایل عقلی دیگری نیز در ابطال تخلخل و تکاثف حقیقی مطرح شده است (نک: شهرزوری، *رسائل الشجرة*، ۲۴۴/۲-۲۴۶؛ اردکانی، ۱۴۵).

۲.۹. اشکالات وارد شده بر برهان‌های تجربی

یکم. در مورد آزمایش انجام شده بر ظرفی که هوای آن مکیده شده است، چند اشکال مطرح است:

الف. برخی از قداما بر این آزمایش اعتراض کرده و گفته‌اند که بالارفتن آب در لوله، با آب گرم نیز رخ می‌دهد و بنابر این نمی‌توان گفت که به دلیل سرمای آب، هوای

داخل شیشه متکاثف شده و آب در شیشه بالا می‌رود. کسانی که معتقد به تخلخل و تکاثف حقیقی بوده‌اند، در پاسخ به این اشکال گفته‌اند که در آب گرم، اگرچه برودت بالفعل موجود نیست، اما صورت مائی که صورتی مبرّد است موجود است و به دلیل بلّت^۱ آب گرم نیز می‌تواند علت تکاثف گردد. چراکه فعل در عناصر منسوب به صورت است و نه منسوب به کیفیت (فیاض، گوهر مراد، ۱۲۳؛ نیز نک همو، *سوارق/اللاهام*، ۴۴۵/۴).

ب. ملاصدرا از قول شیخ اشراق گزارش کرده است که وی شاهد تراوش روغن از ظرف شیشه‌ای (الزجاج) بوده است، بر این اساس در صورتی که روغن می‌تواند از شیشه عبور کند، چرا هوا که لطیف‌تر است، نتواند از جدار ظرف شیشه‌ای خارج شود! (سفار، ۹۱/۵-۹۲). شهرزوری نیز به لطیف‌تر بودن هوا نسبت به آب اشاره کرده است و گفته است که می‌توان گفت که هوا از لابه‌لای منافذ آب خارج می‌شود، همانطور که هنگامی که کوزه‌ای را در آب فرو می‌کنیم، ذرات هوا از لابه‌لای ذرات آب خارج می‌شوند و کوزه پر از آب می‌شود (*رسائل الشجرة*، ۲/۲۴۱). ملاصدرا نیز متذکر شده است که در هنگام وارد کردن ظرف در آب، حباب‌هایی مشاهده شده است که می‌توان آن‌ها را نشانه خروج هوا از داخل ظرف دانست (سفار، ۹۱/۵). بر این اساس، شیخ اشراق معتقد است که به دلیل خارج شدن هوای داخل ظرف توسط عمل مکش نیست که آب داخل آن می‌شود؛ (تا آن را از مصادیق تکاثف حقیقی بدانیم)، بلکه به دلیل داخل شدن آب به ظرف است که بخشی از هوای آن خارج می‌شود. وی سپس می‌نویسد که تشخیص این که کدام یک از این دو نظر صحیح است، از طریق مشاهده (تجربه)، امکان پذیر نیست (سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۲/۷۸).

ج. ملاصدرا این برهان تجربی را در غایت ضعف دانسته است و همچون سهروردی عنوان کرده است که راهی برای تشخیص این مطلب که هوای مکیده شده مجدداً وارد لوله نشده است، وجود ندارد (ملاصدرا، *سفار*، ۹۱/۵؛ سهروردی، *حکمة الاشراق*، ۲/۷۸).

۱. «والبلّة هی الحالة التي للجسم بسبب أنّه مع كونه غيرمقتض للربوطة هو ملاصق لجسم رطب» (ابن کمونه، ۱۶۱).

د. شهرزوری اشاره می‌کند که مشائیان با مشاهدهٔ مَشکی که هوای آن با عمل مکیدن خارج می‌شود، گمان کرده‌اند که هوای داخل ظرف شیشه‌ای (قاروره) نیز با مکیدن خارج می‌شود؛ در حالی که این مقایسه صحیح نیست و به دلیل سخت بودن جدار شیشه‌ای نسبت به جدار مشک، جدار شیشه‌ای با مکیدن کوچکتر نشده و هوایی از آن خارج نمی‌شود (رسائل الشجرة، ۲/۲۴۰-۲۴۱).

ه. ابوریحان به این سخن ابن‌سینا اعتراض می‌کند که مدعی است با دمیدن در شیشه نیز همان نتایج به دست می‌آید. وی متذکر می‌شود که در عمل، چنین نتیجه‌ای به دست نیآورده است (همان، ۵۸)، اما ابوسعید معصومی در مقام دفاع از سخن ابن‌سینا معتقد است ابوریحان به درستی این آزمایش را انجام نداده است و اگر آنقدر در شیشه بدمیم که هوای داخل آن گرم شود، این اتفاق مشابه هنگامی که هوای داخل شیشه را مکیده‌ایم رخ خواهد داد (همان، ۸۶).

دوم در مورد آزمایش قمقمه، برخی چون شیخ اشراق با نتیجه‌ای که از این آزمایش گرفته‌اند مخالفت کرده‌اند و علت ترکیدن قمقمه را ناشی از تخلخل (انبساط) آب داخل آن نمی‌دانند، بلکه علت آن را سوختن جدار خارجی قمقمه به شمار آورده‌اند. شیخ اشراق می‌نویسد که نمی‌توان ثابت کرد که آیا ابتدا آب داخل قمقمه افزایش حجم پیدا می‌کند (متخلخل می‌شود) و سپس قمقمه منفجر می‌شود (تا آن را از مصادیق تخلخل حقیقی بدانیم) و یا آنکه ابتدا پوستهٔ قمقمه پاره می‌شود و سپس آب داخل آن بر اثر داخل شدن ذرات هوا در میان آن، افزایش حجم می‌دهد (تا آن را از مصادیق تخلخل غیرحقیقی بدانیم) (سهروردی، حکمة الاشراق، ۲/۷۸-۷۷؛ نیز نک شهرزوری، رسائل الشجرة، ۲/۲۴۲-۲۴۳).

۱۰. نقد و بررسی

در مطالبی که در تأثیرات تخلخل و تکائف بر اشیا بیان گردید چنین گفته شد که تخلخل و تکائف از پدیده‌هایی هستند که بر اشیای عالم تحت القمر تأثیر داشته و در اجزای فلکی راه ندارند. اگرچه بحث از اجزاء فلکی، در این مقاله مورد نظر نیست، اما باید اشاره کرد که امروزه بین مواد مختلف موجود در عالم، اعم از این که در زمین یافت شوند و یا در اجرام دیگر آسمانی باشند، تفاوتی موجود نیست و قوانین فیزیک بر تمامی

آن‌ها به طور یکسان حاکم است و لذا تقسیم مواد به زمینی و آسمانی صحیح به شمار نمی‌آید؛ چرا که در حقیقت، زمین نیز جسمی آسمانی است.^۱

ذکر این نکته نیز لازم است که در طبیعیات قدیم، عناصر عالم را در چهار گروه خاک، آب، باد و آتش دسته‌بندی کرده‌اند و آن‌ها را عناصر چهارگانه می‌نامیده‌اند و برای هر کدام خواصی قایل بوده‌اند. جالب است که امروزه نیز این تقسیم‌بندی تحت عنوان چهار حالت جامد، مایع، گاز و حالتی که آن را حالت چهارم یا پلاسما^۲ می‌نامند انجام می‌گیرد که از نظر ظاهری شبیه تقسیم‌بندی فوق است ولی البته شامل خصوصیات که قدما برای هر یک از آن حالات قایل بوده‌اند، نمی‌شود.

در تقسیم‌بندی امروزی، جسمی که در حالت جامد است می‌تواند در تحت برخی از عوامل خارجی مثلاً حرارت و یا فشار، تغییر حجم دهد. هرگاه حرارت اعمال شده آن قدر زیاد شود که انبساط از حد معمول خود خارج شود، جسم از حالت جامد خارج شده و پس از ذوب به حالت مایع درمی‌آید. مایع در این حالت نیز می‌تواند انبساط و انقباض یابد. مجدداً حرارت بیشتر می‌تواند جسم مایع شده را تبخیر نموده و آن را به حالت دیگر سوق دهد. که البته هر یک از حالت‌های فوق بسته به نوع جسم مورد نظر و شرایط اعمال شده، ویژگی‌های خاص خود را خواهند داشت.

حقیقت آن است که در پدیده انبساط و انقباض، به ویژه هنگامی که جسم در حالت جامد و یا مایع است، میزان بزرگ و کوچک شدن در شرایط عادی بسیار اندک است و این مقدار به سادگی قابل مشاهده نبوده و وسایل دقیقی نیز در آن زمان وجود نداشته است تا بتوان از طریق تجربی موضوع را روشن نمود. چنانچه دیده شد، کسانی که به این موضوع اعتقاد داشته‌اند به ناچار برای اثبات آن به دلیل‌های عقلی متوسل شده^۳ و

۱. جهت بحث بیشتر در زمینه طبیعیات قدیم و نظریه افلاک، نک: انواری، ابن‌سینا و...؛ همو، نظریه افلاک و... .

۲. پلاسما یا حالت چهارم ماده، حالتی شبه گاز است که اجزاء آن به الکترون‌ها و یون‌ها تفکیک شده‌اند. جنس خورشید، ستارگان، شعله آتش و قوسی که در تخلیه الکتریکی ایجاد می‌شود، همگی از پلاسما است (Chen, 1-2; Reitz, 291).

۳. باید یادآور شد که استدلال عقلی مشائیان بر فرض صحت، تنها امکان تخلخل و تکاثف حقیقی را مجاز می‌شمارد و نمی‌تواند دلیلی بر وجود خارجی آن به شمار آید.

حتی آنان که دلیل‌های تجربی ارائه کرده‌اند، نیز نتوانسته‌اند برخی از ایرادهای وارده را به نحوی پاسخگو باشند که اتفاق نظر حاصل گردد. می‌توان گفت که شیخ اشراق به درستی به عدم دقت وسایل آزمایشگاهی آن روزگار اشاره کرده است و به مشکل بودن دست یافتن به نتایج مورد نظر تاکید ورزیده است.^۱ اما با وجود این، دلیل‌های تجربی ارائه شده، نشان دهنده دقت نظری است که در امور تجربی وجود داشته است.

چنان‌که گفته شد، بحث در تخلخل و تکائف بیشتر در مورد نوع حقیقی آن مطرح است. زیرا وجود نوع غیر حقیقی آن امری بدیهی بوده و مناقشه‌ای در مورد آن وجود نداشته است. از این رو در ادامه بحث، به نقد و بررسی استدلال‌هایی می‌پردازیم که در اثبات و یا نفی تخلخل و تکائف حقیقی ارائه شده است.

آزمایش اول. از اهم دلایل تجربی ارائه شده برای انبساط حقیقی آب، آزمایش ظرف شیشه‌ای دربسته است که بسیار هوشمندانه و دقیق طراحی شده است. در این آزمایش به ظرفی پر از آب که دهانه آن بسته شده است حرارت داده می‌شود. حرارت داده شده باعث انبساط آب داخل ظرف شده و این انبساط باعث شکستن ظرف می‌شود که تحمل فشار زیاد را ندارد. این آزمایش، صحیح و دقیق بوده و تأییدی تجربی و علمی بر انبساط آب است.

در این رابطه اشکال و ایراد خاصی مطرح نشده است تا به بررسی آن‌ها بپردازیم، اما این آزمایش اگرچه می‌تواند حقیقت انبساط آب را تأیید نماید، ظرایف و نکاتی را به همراه دارد که ذکر آن‌ها خالی از لطف نیست.

یک) اگرچه آب داخل ظرف شیشه‌ای در اثر حرارت منبسط می‌شود، اما به طور همزمان ظرف شیشه‌ای نیز منبسط می‌گردد. البته از آن‌جا که ضریب انبساط حرارتی آب بیشتر از شیشه است، انبساط آب باعث شکسته شدن ظرف شیشه‌ای می‌شود. اما اگر ظرف آزمایش قابل شکستن نباشد (مثلاً از جنس آهن باشد) و یا خاصیت اتساع داشته باشد، انبساط آب، منجر به شکسته شدن آن نمی‌شود.

۱. «و مثل هذه الاشياء يعسر علينا ضبطه بالمشاهدة» (حکمة/الاشراق، ۷۸/۲).

دو) در مورد این اصل که «آب در اثر حرارت منبسط و در اثر برودت منقبض می‌شود»،^۱ استثنایی وجود دارد و آن این است که آب برخلاف معمول، در دمای بین صفر تا چهار درجه به جای منبسط شدن، منقبض می‌گردد. این پدیده که به انبساط غیرعادی آب موسوم است (Halliday, 1/483)، باید در طراحی آزمایش، مدّ نظر قرار گیرد. عدم توجه به این نکته در آزمایش چهارم موجب بروز اشکالی می‌شود که در ادامه به طور جداگانه به آن می‌پردازیم.

آزمایش دوم. دلیل دیگری که در تأیید انبساط و انقباض حقیقی آورده شده است، آزمایش لوله‌ای شیشه‌ای است که هوای آن را مکیده و به طور معکوس بر روی آب قرار داده‌اند. در این آزمایش همان‌گونه که به درستی توجیه شده است، ابتدا بخشی از هوای داخل لوله در اثر مکیدن، خارج می‌شود و هوای باقی‌مانده در اثر کم شدن فشار منبسط شده و حجم داخل لوله را پر می‌کند. حال چنانچه دهانه این لوله را بر روی سطح آب قرار دهیم، آب در داخل لوله (به علت اختلاف فشاری که نسبت به هوای بیرون پیدا کرده است)، بالا آمده و هوای منبسط شده مجدداً منقبض می‌شود. این آزمایش به خوبی انبساط و انقباض حقیقی هوای داخل لوله را توضیح می‌دهد. در خصوص این آزمایش نیز ذکر چند نکته، ضروری است.

یک) همان‌گونه که در ابتدای بحث گفته شد، حرارت یکی از عوامل خارجی است که می‌تواند باعث انبساط و انقباض گردد. عامل مؤثر دیگر، فشار است که همان‌گونه که ذکر گردید، در آزمایش فوق دخالت داشته است.

دو) برخلاف نظر برخی از اندیشمندان قدیم، اگرچه به خاطر مکش هوای داخل ظرف، در آن خلأ نسبی ایجاد شده است. اما بالارفتن آب در ظرف به دلیل نیروی جاذبه خلأ نیست،^۲ بلکه چنان‌که ذکر گردید به دلیل اختلاف فشاری است که هوای ظرف نسبت به هوای بیرون پیدا می‌کند.

۱. ابن‌سینا در مورد تخلخل می‌نویسد: «چنان که آب که گرم شود مهتر شود» (طبیعیات دانشنامه، ۹) و در مورد تکاثف می‌نویسد: «چنان که آب که بفسرد خردتر شود» (همان، ۱۰).

۲. برخی از قائلان به وجود خلأ، به غلط آن را دارای قوه جاذبه دانسته‌اند (نک: انواری، خلأ از دیدگاه...، ص ۲۷).

سه) در تأیید نظر ابن‌سینا که معتقد است می‌توان این آزمایش را با دمیدن هوا نیز تکرار کرد، باید گفت که هرگاه بر اثر دمیدن، هوای داخل ظرف گرم شود، چگالی آن کاهش می‌یابد و با قرار دادن ظرف به صورت معکوس بر سطح آب، به مرور زمان هوای داخل ظرف مجدداً به دمای محیط برگشته و منقبض می‌شود؛ لذا همان شرایطی که در اثر مکش ایجاد می‌شود برقرار شده و آب در ظرف بالا خواهد آمد.

چنان‌که در متن مقاله ذکر گردید، در مورد این آزمایش اشکالاتی مطرح شده است که در اینجا به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

الف) یکی از اشکالات مطرح شده این است که اگر سرمای آب علت بالا آمدن آب در ظرف است، چرا با آب گرم نیز همین اتفاق می‌افتد؟ این ایراد کاملاً به‌جا است، چرا که آب گرم نیز همان نتیجه را در پی دارد. البته همان‌گونه که اشاره شد، در حقیقت علت بالا آمدن آب، سردی و یا گرمی آن (و یا به طوری که گفته‌اند: بَلَّت ذاتی آن) نیست، بلکه اختلاف فشاری است که هوای خارج ظرف نسبت به هوای داخل آن پیدا می‌کند.

ب) اشکال دیگری که ذکر شده است بر مبنای مشاهده عبور روغن از جدار ظرف شیشه‌ای و امکان عبور هوا از آن است که معتبر به نظر نمی‌رسد.

ج، د) اشکالی که شهرزوری در مورد خارج نشدن هوای داخل ظرف شیشه‌ای بر اثر مکیدن مطرح کرده است وارد نیست، زیرا در عمل، بخشی از هوای شیشه بر اثر مکیدن خارج می‌شود. این مطلب را می‌توان با تکرار این آزمایش در مورد دو ظرف مشابه تشخیص داد که مقداری از هوای یکی را با مکش خارج کرده و هوای ظرف دیگر را دست نخورده باقی گذاشته‌ایم. مقایسه این دو ظرف نشان می‌دهد که در حقیقت، خروج هوا باعث بالا آمدن آب در ظرف شده است.

ه) همان‌گونه که توضیح داده شد، اعتراض ابوریحان به سخن ابن‌سینا وارد نیست و همچنان‌که ابوسعید معصومی نیز اشاره کرده است، اگر آن قدر در شیشه بدمیم که هوای داخل آن به قدر کافی گرم شود، همان اتفاق رخ خواهد داد. البته میزان بالا آمدن آب لزوماً با حالت قبل یکسان نخواهد بود، زیرا میزان بالا آمدن آب در حالت نخست به مقدار مکش و در حالت دوم به مقدار گرم شدن هوا بستگی دارد.

آزمایش سوم. آزمایش تجربی دیگری که در اثبات تخلخل حقیقی آب ارائه شده است، آزمایش قماقم صیاحه است که با آزمایش اول مشابهت زیادی دارد، بجز آنکه به

جای ظرف شیشه‌ای از ظرفی چرمی استفاده شده است. در این حالت همان‌گونه که اشاره شد، جدار چرمی مقاومت بیشتری داشته و لذا انبساط آب در حالت مایع نمی‌تواند موجب پاره شدن آن گردد. اما در صورتی که حرارت اعمال شده باعث بجوش آمدن آب داخل مشک شود، بخار حاصله قدرت زیادی یافته و باعث ترکیدن مشک می‌شود. این آزمایش به خوبی انبساط ناشی از تغییر حالت آب به بخار را که با تغییر حجم بسیار بزرگتری همراه است به نمایش می‌گذارد.

می‌توان گفت که ایرادهای وارده به این آزمایش به این دلیل بوده است که ترکیدن ظرف را ناشی از سوختن جدار آن (و نه به خاطر ازدیاد فشار داخلی آن به علت انبساط) فرض کرده‌اند و چنین گفته‌اند که ابتدا مشک در اثر سوختن پاره شده و سپس آب درون آن در اثر مخلوط شدن با هوا و تماس با آتش منبسط گشته است. بدین ترتیب تخلخل حقیقی آب را غیرحقیقی توجیه کرده‌اند. البته شاید از نظر وسایل و امکانات آن زمان قضاوت در اینکه کدام اتفاق در ابتدا رخ داده است مشکل بوده است و به همین دلیل نیز این آزمایش نتوانسته است قضاوت صریحی در موضوع مورد مناقشه انجام دهد. گرچه امروزه واضح است که حق با کسانی بوده است که ترکیدن ظرف را ناشی از انبساط و تبخیر آب دانسته‌اند و نه ناشی از سوختن جدار ظرف و مخلوط شدن آب با هوا. حقیقت آن است که اگر در این آزمایش به جای مشک، ظرفی به کار گرفته می‌شد که در مقابل سوختن مقاومت کافی داشت و یا نحوه انتقال حرارت به گونه‌ای بود که موجب تماس مستقیم جدار ظرف با آتش و سوختن آن نمی‌شد، به راحتی مشاهده می‌شد که ترکیدن ظرف به دلیل تخلخل آب است و نه سوختن جدار خارجی آن. بدین ترتیب صحت ادعای طراحان آزمایش به خوبی نشان داده می‌شد.

آزمایش چهارم. در مورد شکستن کوزه‌ای که آب درون آن یخ زده است، دو پاسخ متفاوت از ابن‌سینا نقل شده است:

۱- آب در اثر برودت و یخ زدن تخلخل یافته و حجم بیشتری را اشغال می‌نماید و باعث شکستن کوزه می‌شود.

۲- آب در اثر سرد شدن و یخ زدن متکثف شده و حجم کمتری اشغال می‌نماید. از آن جا که به اعتقاد او، پدید آمدن خلأ (فضای خالی) در ظرف محال است، ظرف به

طرف داخل می‌شکند تا هوای بیرون، فضایی را که در اثر کاهش حجم آب پدید می‌آید پر نماید.

امروزه می‌دانیم که تنها پاسخ نخست صحیح به شمار می‌آید. اما اشکالی که از طرف ابوریحان مطرح می‌شود آن است که اگر در آزمایش قماقم صیاحه آب در اثر حرارت حجم بیشتری می‌یابد، چرا باید در حالت معکوس یعنی در اثر برودت نیز ظرف بشکند؟ این اشکال از آن جا ناشی شده است که پدیده انبساط غیرعادی آب در نظر آنان مغفول بوده است. اگرچه در رساله قراضه طبیعیات به درستی به افزایش حجم آب در هنگام یخ زدن اشاره شده است، اما به هر حال پاسخ اخیر ابن‌سینا به ابوریحان و استدلال او، صحیح به شمار نمی‌آید.

مجدداً اشکال کاملاً صحیح ابوریحان به پاسخ فوق مبنی بر آن که در فرض صحت مطلب، کوزه باید به طرف داخل شکسته شود و نه به طرف خارج، بدون پاسخ مانده است و عجیب است که علیرغم آنکه شکسته شدن ظرف به طرف داخل و یا خارج از نظر تجربی کاملاً قابل تمییز است، ابوسعید معصومی آن را غیر قابل تشخیص دانسته است.

۱۱. چند توضیح ضروری

الف) در بحث تأثیرات تخلخل و تکائف بر اشیا ذکر گردید که این پدیده موجب سبکی و سنگینی اجسام می‌شود و به عنوان مثالی از آن به سبک‌تر شدن یخ و قرار گرفتن آن بر روی آب اشاره شده است. همچنین بیان گردید که برخی علت سبکی یخ را ورود هوا و برخی جاذبه خلاً دانسته‌اند. لازم به ذکر است که یک قطعه یخ همان جرمی را دارد که در حالت مایع داشته است و لذا وزن آن تغییری نکرده و سبک‌تر نشده است. این مسئله را می‌توان با مشاهده آب شدن یک تکه یخ در ترازو تجربه نمود. اما به دلیل آن که آب در اثر تغییر حالت، تغییر حجم می‌دهد، وزن مخصوص یا چگالی آن تغییر می‌یابد. چگالی کمیتی است که از تقسیم وزن جسم (جرم جسم) بر حجم آن به دست می‌آید. تفاوت چگالی یک جسم، مثلاً یخ، نسبت به مایعی (سیالی) که در آن غوطه‌ور است باعث می‌شود که یا به کف مایع سقوط کرده و یا بر روی آن قرار گیرد (قانون ارشمیدس، نک: Resnick, 1/338). از این رو آنچه قدما آن را سنگین و سبک شدن اجسام بر اثر تکائف و تخلخل می‌دانستند، امروزه تغییر چگالی اجسام به شمار می‌آید.

ب) در فیزیک امروز، تخلخل و تکائف اجسام از منظر خُرد (میکروسکوپی) نوعی تغییر فاصله متوسط اتم‌ها و یا ملکول‌های تشکیل دهنده جسم است. این فواصل می‌توانند در اثر حرارت و یا فشار، تغییر یابند که موجب می‌شود ابعاد جسم تغییر کنند. هنگامی که حرارت بیشتری به جسم داده شود، اتم‌ها و یا ملکول‌ها می‌توانند بدون آنکه از هم جدا شوند، نسبت به یکدیگر حرکت کنند و بدین ترتیب ماده در حالت مایع قرار می‌گیرد. در ادامه در اثر حرارت بیشتر، فاصله ملکول‌ها باز هم بیشتر می‌شود تا آنکه ماده مورد نظر به حالت بخار و یا گاز در می‌آید. در تمام این مراحل، تخلخل و تکائف اجسام، بر اساس تعریف‌هایی که در آغاز مقاله آمده است، از نوع حقیقی است، یعنی تغییر حجم حاصله به واسطه مخلوط شدن جسم با جسمی از نوع دیگر به دست نیامده است. همین مبنا، ملاک قضاوت‌های انجام شده در این مقاله قرار گرفته است.

ج) لازم به ذکر است که در این مقاله تنها به بررسی دلایل تجربی مشائیان در اثبات تخلخل و تکائف حقیقی پرداخته شده است و بررسی تنها دلیل عقلانی مطرح شده در این زمینه و ایرادهای اشراقیان بر آن، نیازمند بحثی جامع در خصوص هیولای اولی است که این مختصر گنجایش پرداختن به آن را ندارد.

۱۲. نتیجه

در این مقاله انواع مختلف تخلخل و تکائف از دیدگاه طبیعیات قدیم مورد بررسی قرار گرفت و نظرات مختلفی که فلاسفه در مورد انواع پدیده‌های تخلخل و تکائف و به ویژه نوع حقیقی آن بیان کرده‌اند، گردآوری و تبیین شد. از آنجا که پذیرش یا عدم پذیرش تخلخل و تکائف حقیقی نتایج فلسفی خاصی را به همراه دارد، مهم‌ترین دلایل عقلی و تجربی مربوط به آن مورد اشاره قرار گرفت. در پایان، دلایل تجربی مطرح شده و نیز تبیین‌های مختلفی که در وافی به مقصود بودن یا نبودن آن‌ها ارائه شده است، از منظر فیزیک امروز مورد قضاوت قرار گرفت و نشان داده شد که این آزمایش‌ها مؤید نظر کسانی بوده است که تخلخل حقیقی را قبول داشته‌اند، گرچه در مواردی نتوانسته‌اند از عهده پاسخ به ایرادهایی برآیند که به برخی از این آزمایش‌ها وارد شده است. همچنین

نکات و ظرایفی که از منظر دانش فیزیک در این زمینه وجود دارد، مورد اشاره قرار گرفته است.

فهرست منابع

۱. الآمدی سیف الدین، کتاب المبین (فی شرح الفاظ الحكماء و المتکلمین)، بخشی از کتاب المصطلح الفلسفی عند العرب، د. عبدالامیر الاعسم، بیروت، المؤسسة العربية للدراسات و النشر، ۱۹۹۷م.
۲. ابن رشد، تفسیر مابعد الطبیعه، تصحیح: موريس بویگس، تهران، افست انتشارات حکمت، ۱۳۸۰ش.
۳. همو، تلخیص کتاب المقولات، تصحیح: محمود قاسم، قاهره، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ۱۹۸۰م.
۴. ابن سینا، الاشارات و التنبیها (به همراه شرح خواجه نصیر طوسی)، قم، نشر البلاغه، ۱۳۷۵ش.
۵. همو، الاهیات شفا، به کوشش ابراهیم مدکور، دارالکتب العربی، قاهره، قم، افست کتابخانه آیت الله مرعشی نجفی، ۱۴۰۴ق.
۶. همو، التعليقات، قم، انتشارات دفتر تبلیغات اسلامی حوزه علمیه، ۱۳۷۹ش.
۷. همو، الحدود، بخشی از کتاب: المصطلح الفلسفی عند العرب، د. عبد الأمير الأعسم، بیروت، المؤسسة العربية للدراسات و النشر، ۱۹۹۷م.
۸. همو، رساله در حقیقت و کیفیت سلسله موجودات و تسلسل اسباب و مسببات، تصحیح: موسی عمید، همدان، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، ۱۳۸۳ش.
۹. همو، رساله فی الأدوية القلبية، بخشی از کتاب: من مؤلفات ابن سینا الطبیة، تحقیق: محمد زهیر البابا، دمشق، ۱۴۰۴ق.
۱۰. همو، رگ شناسی (یا رساله در نبض)، تصحیح: سید محمد مشکوة، همدان، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۳ش.
۱۱. همو، طبیعیات دانشنامه علایی، تصحیح: سید محمد مشکوة، همدان، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی و دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۳ش.
۱۲. همو، طبیعیات شفا، تصحیح: سعید زاید، زیر نظر ابراهیم مدکور، قاهره، دارالکتب العربی، قم، افست کتابخانه آیت الله مرعشی نجفی، ۱۴۰۴ق.
۱۳. همو، عیون الحکمة، تصحیح: عبدالرحمن بدوی، بیروت، دار القلم، ۱۹۸۰م.

۱۴. همو، *قراضة طبیعیات*، تصحیح: غلامحسین صدیقی، تهران، انتشارات انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، ۱۳۳۲ش.
۱۵. همو، *منطق شفا*، تصحیح: سعید زاید، زیر نظر ابراهیم مدکور، قاهره، دارالکتب العربی، قم، افست کتابخانه آیت الله مرعشی نجفی، ۱۴۰۴ق.
۱۶. همو، *نجاه (من الغرق فی بحر الضلالت)*، تصحیح: محمدتقی دانش پژوه، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۹ش.
۱۷. ابن کمونه، سعد، *الکاشف (الجديد فی الحکمة)*، تصحیح: حامد ناجی، تهران، مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران و مؤسسه مطالعات اسلامی دانشگاه آزاد برلین، ۱۳۸۷ش.
۱۸. ابوالبقا، *کلیات (معجم فی المصطلحات و الفروق اللغویة)*، تصحیح: د. عدنان درویش، بیروت، موسسه الرساله، ۱۹۹۳م.
۱۹. ابوحيان توحیدی، *المقابسات*، حقه و قدم له: محمد توفیق حسین، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۶ش.
۲۰. ابوریحان بیرونی، *الأسئلة و الأجوبة* (ابوریحان بیرونی و ابن سینا، به انضمام پاسخ های دوباره ابوریحان و دفاع ابوسعید معصومی از ابن سینا)، تصحیح: سید حسین نصر و مهدی محقق، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۵۲ش.
۲۱. ابوالفرج بن الطیب، *تعلیقات بر طبیعیات ارسطو*، ترجمه: حنین بن اسحاق، تصحیح: عبدالرحمان بدوی، قاهره، الدار القومیة للطباعة و النشر، ۱۳۸۵ق.
۲۲. اردکانی، احمد بن محمد، *مرآت الأکوان* (تحریر شرح هدایة ملاصدرا)، تصحیح: عبدالله نورانی، تهران، میراث مکتوب، ۱۳۷۵ش.
۲۳. افضلی، علی. م، «ماده لطیف و ماده کثیف» بخشی از مقاله: «مجردات از نظر فلسفه و کلام و وحی»، مهدوی نامه (جشن نامه استاد یحیی مهدوی)، تهران، انتشارات هرمس، ۱۳۷۸ش.
۲۴. افنان، سهیل محسن، *واژه نامه فلسفی*، تهران، نشر نقره، ۱۳۶۲ش.
۲۵. انواری، سعید و اصغر دادابه، «ابن سینا و فلک محدود/جهت»، مجله مقالات و بررسی ها، دانشکده الهیات و معارف اسلامی دانشگاه تهران، دفتر ۷۷(۲)، بهار و تابستان ۱۳۸۴ش.
۲۶. همانها، «نظریه افلاک و تأثیر آن بر فلسفه اسلامی»، دو فصلنامه تخصصی حکمت سینوی (مشکوٰة النور)، واحد خواهران دانشگاه امام صادق، سال یازدهم، شماره ۳۸، پاییز و زمستان ۱۳۸۶ش.
۲۷. انواری، سعید و عباس انواری، «خلأ از دیدگاه متکلمان و فلاسفه اسلامی (بحثی منتقدانه از منظر دانش فیزیک)»، مجله مقالات و بررسی ها، سال ۴۱، دفتر ۹۰، زمستان ۱۳۸۷ش.
۲۸. انواری، سعید، «کثافت (فلسفه)»، دائرة المعارف تشیع، ج ۱۳، تهران، نشر شهید سعید محبی، ۱۳۸۸ش.

۲۹. بهمنیار بن مرزبان، *التحصیل، تصحیح: مرتضی مطهری*، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵ش.
۳۰. تهانوی، *کشاف اصطلاحات الفنون*، به اهتمام اسپرنگر، (کلکته، ۱۸۶۲م)، افسر تهران، مکتبه خیام و شرکاء، ۱۹۷۶م.
۳۱. جرجانی، میر سید شریف، *التعريفات*، تصحیح: محمد علی ابوالعباس، قاهرة، مکتبه القرآن، ۲۰۰۳م.
۳۲. خواجه نصیر، *أجوبة المسائل النصيرية* (مشمتمل بر ۲۰ رساله)، به اهتمام: عبدالله نورانی، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۳ش.
۳۳. همو، *تجريد الاعتقاد*، بخشی از کتاب کشف المراد فی شرح تجريد الاعتقاد علامه حلی، تصحیح و تعليق: حسن حسن‌زاده آملی، قم، مؤسسه النشر الاسلامی، ۱۴۱۷ق.
۳۴. برخواه، انسیه، «جسم»، دانشنامه جهان اسلام، ج ۱۰، تهران، انتشارات بنیاد دائرة المعارف اسلامی، ۱۳۸۵ش.
۳۵. دبیران کاتبی، نجم الدین، *حکمة العین*، تصحیح: جعفر زاهدی، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی، ۱۳۵۳ش.
۳۶. دینانی، غلامحسین، *شعاع اندیشه و شهود در فلسفه اسلامی*، تهران، انتشارات حکمت، ۱۳۷۹ش.
۳۷. همو، *قواعد کلی فلسفی در فلسفه اسلامی*، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۰ش.
۳۸. دهخدا، *لغت‌نامه*، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۴۲ش.
۳۹. رضانزاد، غلامحسین، *حکمت‌نامه* (شرح کبیر)، تهران، انتشارات الزهراء، ۱۳۸۰ش.
۴۰. سبزواری، ملاهادی، *اسرار الحکم*، تصحیح: کریم فیضی، قم، مطبوعات دینی، ۱۳۸۳ش.
۴۱. همو، *شرح منظومه حکمت*، تصحیح: مسعود طالبی؛ به همراه تعلیقات حسن حسن‌زاده آملی، قم، نشر ناب، ۱۴۲۲ق.
۴۲. سجادی، سید جعفر، *فرهنگ علوم فلسفی و کلامی*، تهران، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۷۵ش.
۴۳. سهروردی، شهاب الدین، *طبیعیات تلویحات*، تصحیح: سید حسین سیدموسوی، تهران، نشر جابر، ۱۳۸۰ش.
۴۴. همو، *حکمة الاشراق*، مجموعه مصنفات شیخ اشراق، تصحیح: هانری کربن، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۰ش.
۴۵. همو، *المشارع و المطارحات*، مجموعه مصنفات شیخ اشراق، تصحیح: هانری کربن، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۰ش.
۴۶. شهرزوری، شمس الدین، *رسائل الشجرة الالهية فی علوم الحقایق الربانية*، تصحیح: نجفقلی حبیبی، تهران، مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، ۱۳۸۳ش.

۴۷. همو، *نزهة الأرواح و روضة الأفراح* (تاریخ الحكماء)، ترجمة: مقصود علی تبریزی، تصحیح: محمدتقی دانش‌پژوه، تهران، انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۶۵ش.
۴۸. غزالی، ابو حامد، *الحدود، بخشی از کتاب: مصطلح الفلسفی عندالعرب*، د. عبدالأمیر الأعسم، بیروت، المؤسسة العربية للدراسات و النشر، ۱۹۹۷م.
۴۹. فارابی، *جواب لمسائل سئل منها، بخشی از کتاب: التنبيه على سبيل السعادة و التعليقات و رسالتان فلسفیتان*، تصحیح و تعليق: جعفر آل یاسین، تهران، انتشارات حکمت، ۱۳۷۱ش.
۵۰. همو، *مسائل متفرقه*، حیدر آباد دکن، دائرة المعارف النظامية، ۱۳۴۴ق.
۵۱. فاضل تونی، محمد حسین، *حکمت قدیم، به اهتمام: مهناز رئیس‌زاده*، تهران، انتشارات مولی، ۱۳۸۶ش.
۵۲. فخررازی، *الرسالة الكمالية في الحقائق الالهية*، تصحیح: سید محمد باقر سبزواری، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۳۵ش.
۵۳. همو، *شرح عیون الحکمة*، تصحیح: احمد حجازی احمد السقا، قاهرة، مكتبة الأنجوى المصرية، بی تا.
۵۴. همو، *المباحث المشرقية في علم الالهيات و الطبيعيات*، قم، انتشارات بیدار، ۱۴۱۱ق.
۵۵. فیاض لاهیجی، عبدالرازق، *گوهر مراد*، تصحیح: موسسه تحقیقاتی امام صادق، تهران، نشر سایه، ۱۳۸۳ش.
۵۶. همو، *شوارق الالهام*، تصحیح: اکبر اسدعلی‌زاده، قم، مؤسسه امام الصادق (ع)، ۱۴۲۸ق.
۵۷. قطب شیرازی، *درة التاج*، تصحیح: سید محمد مشکوة، تهران، انتشارات حکمت، ۱۳۸۵ش.
۵۸. همو، *شرح حکمة الاشراف (به انضمام تعليقات صدر المتألهين)*، تحقیق: سید محمد موسوی، تهران، انتشارات حکمت، ۱۳۸۸ش.
۵۹. کاپلستون، فردریک، *تاریخ فلسفه (ج ۱: یونان و روم)*، ترجمة: سید جلال الدین مجتوبی، تهران، انتشارات سروش، ۱۳۸۰ش.
۶۰. گمپرتس، تئودور، *متفکران یونانی*، ترجمة محمد حسن لطفی، تهران، انتشارات خوارزمی، ۱۳۷۵ش.
۶۱. مطهری، مرتضی، *درسهای نجات*، مجموعه آثار، جلد ۷، قم، انتشارات صدرا، ۱۳۸۱ش.
۶۲. ملاصدرا، *اسفار (الحکمة المتعالیة فی الأسفار الأربعة)*، بیروت، دار احیاء التراث، ۱۹۸۱م.
۶۳. همو، *الشواهد الربوبية فی المناهج السلوكية*، تحقیق و تعليق: سیدجلال الدین آشتیانی، مشهد، مرکز الجامعی للنشر، ۱۳۶۰ش.
۶۴. همو، *الحاشیه علی الهیات الشفا*، قم، انتشارات بیدار، بی تا.
۶۵. ملکشاهی، حسن، *ترجمه و شرح اشارات و تنبیها*، تهران، انتشارات سروش، ۱۳۶۳ش.
۶۶. نگری، احمد، *دستور العلماء (جامع العلوم فی اصطلاحات الفنون)*، بیروت، مؤسسه الأعلمی للمطبوعات، ۱۹۷۵م.

۶۷. نوریخس، سیما، «تخلخل و تکاثف»، دائرة المعارف بزرگ اسلامی، ج ۱۴، تهران، انتشارات دائرة المعارف بزرگ اسلامی، ۱۳۸۵ ش.
۶۸. نیشابوری، قطب‌الدین‌ابی‌جعفر محمد بن الحسن المقرئ، الحدود (المعجم الموضوعی للمصطلحات الكلامية)، تصحیح: محمود یزدی مطلق، قم، مؤسسه الامام الصادق، ۱۴۱۴ ق.
۶۹. هروی، محمد شریف، انواریه (ترجمه و شرح حکمة الاشراف سهروردی)، متن انتقادی و مقدمه: حسین ضیایی، به اهتمام: آستیم، تهران، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۶۳ ش.
۷۰. یحیی بن عدی، تعلیقات بر طبیعات ارسطو، ترجمه حنین بن اسحاق، تصحیح: عبدالرحمان بدوی، قاهره، الدار القومية للطباعة و النشر، ۱۳۸۵ ق.
71. Aristotle, *Physics*, Books III and IV, Edward Hussey, Clarendon Press, Oxford, 1993.
72. Chen, F, Francis, *Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion*, Plenum Press, New York, 1985.
73. Halliday, Resnick, Walker, J, *Fundamental of Physics*, 8th edition, John Wiley & Sons, United States, 2008.
74. Reitz, J.R, and F.J.Milford, *Foundations of Electromagnetic Theory*, 3th edition, Addison-Wesley Publishing Co, United States, 1979.
75. Resnick, Halliday, Krane, *Physics*, 5th edition, John Wiley & Sons, United States, 2002.

