

گودل؛ از نسبیّت تا ایدئالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسئله زمان

علی اکبر احمدی افرمجانلی *

امیر نعیمی **

چکیده

طرح نظریه نسبیّت آینشتاین، فیزیک نیوتنی را با دشواری‌های فراوانی روبرو کرد، چنان که برای اصلاح آن چاره‌ای نماند جز کنار گذاشتن و یا اصلاح برخی از بنیادی‌ترین مفاهیم، از جمله زمان و مکان. بسیاری بر این باورند که نسبیّت ضربات جبران‌ناپذیری نیز بر فلسفه کانت وارد آورده است. با این همه، کسانی مانند کورت گودل (Kurt Gödel) کوشیده‌اند نسبیّت را به گونه‌ای بخوانند که نه تنها به تناقض با فلسفه کانت نینجامد، بلکه تأییداتی نیز از آن فراهم آورد. مقاله حاضر شرح و بررسی کوشش گودل است برای همسو کردن نسبیّت و فلسفه کانت در باب «زمان»، و نیز ملاحظاتی در باب اینکه چگونه طرح مسئله «زمان» در نسبیّت می‌تواند به جانبداری از ایدئالیسم بینجامد. در پایان، کوشش گودل برای همسو کردن کانت به کنار گذاشتن تصلّب چارچوب‌های کانتی در فرایند شناخت و پیشنهاد حذف فرض ناشناختنی بودن شیء فی‌نفسه می‌انجامد.

واژگان کلیدی: زمان، فلسفه کانت، ایدئالیسم، نظریه نسبیّت، فیزیک جدید.

*. استادیار گروه فلسفه دانشگاه علامه طباطبایی، a.a.ahmadi_a@gmail.com

** کارشناسی فلسفه، دانشگاه علامه طباطبایی، Naemy_a@yahoo.com

[تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۳؛ تاریخ تأیید: ۱۳۹۰/۰۳/۱۱]

مقدمه

از هنگامی که ارسطو طبیعیات، و از جمله فیزیک را شاخه‌ای از فلسفه دانست و بدینسان علوم طبیعی را در بطن فلسفه نشاناند،^۱ مدت زیادی گذشت تا علوم طبیعی دعوی استقلال کند و عالمان علوم طبیعی بکوشند شعار تجربه‌گرایی و گریز از دخالت فلسفه را سرلوحه شیوه کار خویش قرار دهند.^۲ این استقلال‌طلبی در پوزیتیویسم به اوج خود رسید، گرچه دیری نپایید که با تیغ نقد کسانی مانند پوپر مواجه شد که به جای بی‌معنی انگاشتن متافیزیک درصدد ارائه ملاکی برای تمییز علم از متافیزیک برآمدند، بی‌آنکه قصد براندازی متافیزیک را داشته باشند،^۳ و با وجود این تفکیک، از امکان درس‌آموز بودن علم برای متافیزیک و فلسفه سخن گفتند.^۴ از این منظر، مقاله حاضر گفت‌وگویی و داد و ستدی است میان علم و فلسفه، و کوششی برای نشان دادن اینکه علم می‌تواند ما را به تأمل درباب برخی مدعیات فلسفی مان وادارد. گفت‌وگوی صورت‌گرفته در این مقاله میان نظریه نسبیت است، از یک سو، و فلسفه کانت و ایدئالیسم، از سوی دیگر، بر اساس دست‌نوشته‌ها و مقاله منتشر شده‌ای از کورت گودل، ریاضیدان و منطق‌دان آلمانی، و دوست و صاحب‌سال‌های پایانی اینشتاین. علاقه گودل به ایدئالیسم و توجهش به نظریه نسبیت، موجب نوشتن مطالبی درباب ارتباط میان آنها شد. در این نوشته‌ها، مسئله «زمان» به‌ویژه مورد توجه است. گودل می‌کوشد نشان دهد «زمان» در نظریه نسبیت قرابت بنیادینی با «زمان» در فلسفه کانت دارد، و نیز اینکه به یاری نسبیت می‌توان به جانبداری از رأی فیلسوفان ایدئالیست درباب «زمان» پرداخت. با توجه به این مطالب، مسئله اصلی مان را این‌گونه طرح می‌کنیم: «چگونه طرح زمان در نظریه نسبیت می‌تواند به جانبداری از فلسفه کانت و ایدئالیسم بینجامد، و در مواردی اصلاح برخی مواضع فلسفی را پیشنهاد کند؟» برای این منظور، ابتدا مفهوم «زمان» در فیزیک نیوتن، فلسفه کانت و نظریه نسبیت را به اختصار شرح می‌دهیم و سپس به در پرتو این مقدمات به پرسش اصلی خواهیم پرداخت.

زمان در فیزیک نیوتن

عبارت آگوستینوس را به یاد داریم که: «زمان چیست؟ آنگاه که کسی از من پرسیده است، نیک می‌دانم که چیست. اما اگر کسی از من بپرسد و من درصدد توضیح آن برآیم، به کلی آشفته می‌شوم» (آگوستینوس، ۱۳۸۱، ص ۳۶۶). به‌راستی زمان چیست؟ یک تجربه انفسی، یا واقعیتی آفاقی؟ آنچه از حرکت استنباط می‌کنیم، یا آنچه موجب حرکت است؟ واقعیتی عینی و خارجی با ساختاری همگون و مستقیم‌الخط، یا دوری یا حتی غیرهمگون؟ این‌ها و سؤالاتی از این دست قرن‌ها اندیشه علمی و فلسفی را به خود مشغول داشته است. پس از آنکه نظام

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۲۱
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

بطلمیوسی در دوره جدید مورد تردیدهای جدی قرار گرفت، و آسمان‌ها همان قدر در معرض کون و فساد واقع شدند که عالم تحت‌القمر، زمان در فیزیک نیوتنی به یک امر کیهانی بدل شد، که اولاً واقعی و عینی است، و ثانیاً مطلق. واقعی و عینی بودن آن بدین معنی است که خارج و مستقل از تجربه ما جوهری وجود دارد به نام زمان و مطلق بودن آن یعنی هر رویدادی یک نسبت منحصر به فرد با این زمان دارد، به عبارت دیگر، ویژگی زمانی یک رویداد مطلقاً تغییرناپذیر است. اجازه دهید کمی بیشتر توضیح دهیم.

مختصات زمانی و مکانی جزء اولین ویژگی‌هایی است که به ما کمک می‌کند اشیاء و رویدادها را از یکدیگر متمایز و مشخص کنیم. یاری زمان و مکان است که تفکیک و تمییز امور بیرونی و درونی را میسر می‌کند. متفاوت بودن موقعیت مکانی اشیاء سبب متمایز شدن آنها نزد ماست. اختلاف در موقعیت زمانی رویدادها هم (اعم از رویدادهای بیرونی و درونی) باعث می‌شود به هر یک به مثابه رویدادی مستقل بنگریم. ماکس بورن (Max Born) در کتاب نظریه نسبیّت آینشتاین می‌گوید:

«مسئله فیزیکی فضا و زمان مطلبی است ساده و بدون شاخ و برگ، تثبیت یک مکان و یک زمان مشخص است برای هر رویداد طبیعی، به منظور بازیافتی کردن آن رویداد از درون هرج و مرج هم‌جواری و توالی چیزها» (بورن، ۱۳۸۵، ص ۵).

برای برآوردن چنین هدفی باید نظام و دستگاه مختصاتی را صورت‌بندی کرد، به نحوی که هر رویداد موقعیتی ویژه در این دستگاه داشته باشد، و این کار صورت نمی‌پذیرد مگر اینکه مبدائی برای این دستگاه معین شود و فاصله هر رویداد از این مبدأ به عنوان موقعیت ویژه و ممتاز آن رویداد تعریف شود. در نظام بطلمیوس تصوّر بر این بود که زمین به‌طور ثابت در مرکز عالم قرار دارد و افلاک به دور زمین در گردش‌اند، بنابراین خود زمین می‌توانست به خوبی نقش مبدأ را برای سنجش‌های مکانی و اندازه‌گیری حرکات ایفا کند. اما با انقلاب کپرنیکی در کیهان‌شناسی، زمین محوری از میان رفت و به‌دنبال آن با کارهای کپلر (Johannes Kepler) گالیله (Galileo Galilei) و نیوتن (Isaac Newton) نجوم و کیهان‌شناسی شکل کاملاً جدیدی به‌خود گرفت و قوانین مشترکی بر آسمان و زمین حاکم شد (همان، ص ۱۰). در این صورت‌بندی جدید از جهان طبیعی، زمین نمی‌تواند به خوبی نقش مبدأ مختصات را برای موقعیت‌سنجی اشیاء و حرکات بازی کند، چرا که خود زمین در حال حرکت و گردش است و بنابراین موقعیت اجسام دیگر نسبت به آن هر لحظه تغییر می‌کند. مشابه این حکم، سایر اجرام آسمانی هم نمی‌توانند مرجعی باشند که موقعیت و حرکت دیگر اشیاء نسبت به آنها سنجیده شود؛ زیرا همگی در حال حرکت‌اند. با چنین وضعی هیچ رویدادی در جهان از یک موقعیت مشخص و ممتاز برخوردار نیست. برای نیوتن، این موضوع از اهمیت

زیادی برخوردار بود که بتواند پدیدارهای طبیعی - اعم از رویدادها و حرکات - را در یک نظم منحصره‌فرد به ترتیب درآورد.^۵ با این حساب، موقعیت مسئله‌آفرین یادشده معضلی بود که نیوتن می‌بایست از عهده آن برمی‌آمد. نیوتن نمی‌توانست به جهان طبیعی‌ای رضایت دهد که رویدادها و حرکات در آن از موقعیت و ویژگی‌های مطلق و منحصره‌فردی برخوردار نبودند و بنابراین در دریایی از نسبت‌های بی‌انتهای غرق می‌شدند، بی‌آنکه به یک سنجش و قضاوت نهایی و حقیقی تن دردهند. خلاصه اینکه نیوتن فرض کرد یک «زمان عینی مطلق» وجود دارد، بدون هیچ وابستگی‌ای به یک دستگاه مختصات ویژه.

بر این اساس، هر رویداد یک نسبت معین و لایتغیر با این وجود عینی دارد که همان ویژگی زمانی آن رویداد است. فرقی نمی‌کند که این ویژگی زمانی در کدام دستگاه مختصات اندازه‌گیری شود، در هر صورت مقداری است ثابت که حاکی از نسبت معین این رویداد با نظم منحصره‌فرد جهانی یا همان «زمان مطلق» است. عبارت نیوتن در این باب چنین است:

«زمان مطلق ریاضی و واقعی، خودبه‌خود و به مقتضای طبع و بدون نسبت به هیچ امر خارجی، جریانی یکنواخت دارد. و نام دیگرش دهر (duration) است...» (به نقل از: برت، ۱۳۸۳، صص ۳-۲۴۲).

زمان ترتیب رویدادها را معین می‌کند و توالی منحصره‌فرد آنها را رقم می‌زند، نه اینکه ترتیب رویدادها سبب انتزاع مفهوم زمان گردد یا اینکه زمان به روابطی معین میان پدیدارها فروکاسته شود. دو شق اخیر استقلال زمان از امور دیگر را خدشه‌دار می‌کند، درحالی که برای نیوتن زمان جوهری است که مستقلاً «بدون نسبت به هیچ امر خارجی» وجود دارد. معنای مطلق و عینی بودن زمان در فیزیک نیوتنی این است.

زمان در فلسفه کانت

اکنون بنگریم که زمان نزد کانت چگونه است. از نظر کانت فرایند شناخت ممکن نیست، مگر با دخالت مؤثر تجهیزاتی که در ذهن به‌طور پیشینی نهاده شده‌اند. این تجهیزات ذهن را نمی‌توان به حس‌ها فروکاست:

«... حتی اگر ما از تجربه‌های خود هر آنچه که به حس‌ها تعلق دارند را حذف کنیم، باز پاره‌ای مفهوم‌های اصلی و داوری‌های مشتق‌شده از آنها بر جای می‌مانند که باید سراسر پرتوم [مانتدم] و مستقل از تجربه تکوین یافته باشند...» (کانت، ۱۳۸۳، ص ۶۶).

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۲۳
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

از جمله این تجهیزات ذهن، صور شهود حسّی است، یعنی زمان و مکان. اگر از تجربه‌های حسّی هر آنچه را فهم از راه مفهوم‌های خود درباره آنها اندیشیده است جدا کنیم، آنچه می‌ماند یک شهود حسّی است. چنانچه در مرتبه بعد هر آنچه را متعلّق است به احساس (ماده شهود حسّی) کنار بگذاریم، صورتهای محض (ناب) شهود حسّی باقی می‌ماند؛ یعنی همان «زمان» و «مکان». کانت بر آن است که زمان به لحاظ تجربی واقعی (real) است و به لحاظ استعلایی ایدئال (ideal). واقعی بودن زمان به لحاظ تجربی بدین معنی است که هر پدیداری (phenomenon) که مورد تجربه قرار می‌گیرد در زمان واقع می‌شود؛ بنابراین زمان در این ساحت امری است واقعی. اما زمان فی‌نفسه وجود ندارد، یا به عبارتی جوهری نیست که مستقل از ذهن انسانی وجود داشته باشد؛ به این معنی ایدئال است. باری، زمان صورت پیشینی ذهن است برای شهود تجربی، و نه چیزی بیش از این. بدین ترتیب زمان ویژگی عینی بودن خود (آن‌چنانکه نزد نیوتن بود) را از دست می‌دهد و هر چند به معنای دیگری عینی است، اما دیگر وجود خارجی مستقل از ذهن انسانی نخواهد داشت. با این همه، زمان کانتی ویژگی مطلق بودن خود را حفظ می‌کند؛ همچنان هر رویدادی (یا می‌توان گفت هر پدیداری) نزد ما از یک جایگاه منحصر به فرد برخوردار است. این جایگاه منحصر به فرد از یک فرد انسانی به فرد انسانی دیگر، و از یک موقعیت فیزیکی (بسته به دستگاه مختصات) به موقعیت فیزیکی دیگر تغییر نخواهد کرد. زمان به لحاظ تجربی امری واقعی و عینی است؛ یعنی می‌توانیم بگوییم رویدادهایی که به تجربه در می‌آیند، مطابق یک نظم منحصر به فرد پدیدار می‌شوند و مطلق بودن زمان جز این نیست.

زمان در نظریه نسبیّت

آینشتاین در ۱۹۰۵ با مقاله «درباره الکترودینامیک اجسام متحرک» (On the Electrodynamics of Moving Bodies) نسبیّت خاص را پی‌ریزی کرد. بر اساس نسبیّت خاص، مشخصه زمانی یک رویداد معین، مورد توافق ناظران متفاوت نیست، و از طرف دیگر هیچ ملاکی هم برای ترجیح گزارش یکی از ناظران بر دیگری وجود ندارد. نتیجه اینکه مشخصه زمانی رویدادها امری لایتغیر نیست که از نسبت منحصر به فرد آن رویداد با یک زمان عینی جهانی حکایت کند. گزارش هر ناظر درباره مشخصه زمانی یک رویداد بستگی دارد به موقعیت فیزیکی آن ناظر نسبت به آن رویداد، نه اینکه مشخصه ذاتی آن رویداد باشد. این تعبیر از زمان نمی‌تواند با زمان مطلق سازگار باشد. برای اینکه منظور نسبیّت را بهتر دریابیم لازم است توضیحات بیشتری بدهیم.

فرض کنیم در دو نقطه از فضا دو ناظر قرار گرفته‌اند. در مکان ۲ رویداد رخ می‌دهد. شخصی که در مکان ۱ قرار دارد چگونه از رویداد مطلع می‌شود؟ پاسخ این است که توسط علامت یا نشانه‌ای که از

مکان ۲ به مکان ۱ می‌رسد. هنگامی که علامت به شخص واقع در مکان ۱ رسید، این شخص به ساعت خود نگاه می‌کند و زمانی را به رویداد ب نسبت می‌دهد. نیز فرض کنیم شخص دیگری در حد فاصل مکان ۱ و مکان ۲ قرار داشته باشد و او نیز به همین ترتیب زمانی را به رویداد ب نسبت دهد. اکنون می‌توانیم بررسی کنیم که آیا این دو نفر در باب مقداری که تحت عنوان «زمان رویداد ب» به آن رویداد نسبت داده‌اند با هم توافق دارند یا نه. همچنین اگر شخص سوم در حال حرکت بین این دو مکان باشد، آیا او نیز با دو نفر قبلی توافق خواهد داشت؟ لازم است فرض کنیم که این افراد پیش از این ساعت‌های خود را هم‌زمان کرده‌اند. اگر سرعت علامتی که از مکان ۲ به هر یک از ناظران می‌رسد بی‌نهایت باشد، تمام این ناظران در باب زمان رویداد ب توافق خواهند داشت، زیرا بی‌نهایت بودن سرعت بدین معنی است که علامت بدون صرف زمان به تمام ناظران می‌رسد، و بنابراین همگی درباره زمان رویداد توافق خواهند داشت. فیزیک نیوتنی در پی مدعای خود مبنی بر زمان مطلق، ناچار است وجود چنین علامتی را بپذیرد؛ در این صورت، زمان مورد توافق همان ویژگی لایتغیری است که نشان‌دهنده مشخصه زمانی یک رویداد است و موقعیت منحصر به فرد آن را در نظم جهانی مشخص می‌کند. وجود زمان مطلق به معنی وجود علامتی با سرعت سیر بی‌نهایت است که امکان مرتب کردن رویدادها را به یک طریق منحصر به فرد، که همان زمان جهانی باشد، فراهم می‌آورد. مبنای وجود زمان مطلق همین سرعت سیر بی‌نهایت است. اما اگر چنین علامتی در طبیعت وجود نداشته باشد، به این معنی است که سرعت علامت‌ها از مقدار مشخصی بیشتر نخواهد شد، در این صورت یک سرعت «حد» خواهیم داشت که بیشترین سرعت سیر در طبیعت خواهد بود. نتیجه این خواهد شد که ناظران مثال ما در باب زمان رویداد ب، به توافق نمی‌رسند و امکان به توافق رسیدن آنان نیز وجود نخواهد داشت. نظریه نسبیت خاص سرعت امواج الکترومغناطیس را به عنوان سرعت حد معرفی کرد و به این ترتیب فرض زمان مطلق را کنار گذاشت. اگر فرض زمان مطلق را کنار بگذاریم، سرعت سیر علامت محدود خواهد بود و زمان رسیدن این علامت به ناظران متفاوت است، و ناظران مثال ما درباره زمان وقوع رویداد ب توافق نخواهند داشت. علاوه بر این، گزارش هیچ کدام نسبت به دیگری واقعی‌تر نیست. بدین ترتیب، زمان مطلق نیوتنی در فیزیک نسبیت به زمان نسبی تبدیل می‌شود، به این معنی که گزارش هر ناظر در باب ویژگی زمانی رویدادها با ناظر دیگر متفاوت است و از سوی دیگر هیچ ملاکی برای ترجیح یکی بر دیگری نیست.^۷

بنابر آنچه تاکنون گفته شد، بسیاری نتیجه گرفته‌اند نظریه نسبیت با نظریه زمان، آنچنان که کانت بدان معتقد بود، سازگار نیست.^۸ با این همه، برخی نه تنها این دو را ناسازگار نمی‌دانند، بلکه نسبیت را از جهاتی مؤید فلسفه کانت نیز تلقی می‌کنند. گودل یکی از ایشان است؛ بنگریم وی چگونه این دو را سازگار می‌بیند.

گودل؛ نظریه نسبیّت و فلسفه کانت

به‌دنبال پاره‌ای معضلات در آلمان نازی، در ۱۹۴۰ کورت گودل به پرینستون مهاجرت کرد؛ جایی که آلبرت آینشتاین نیز سرگرم مطالعات و تحقیقات خویش بود. میان سال‌های ۱۹۴۶ تا ۱۹۵۰ گودل به نظریه نسبیّت پرداخت و دست‌نوشته‌هایی چند دربارهٔ ارتباط آن نظریه و فلسفه کانت از خود به‌جای گذاشت. آنچه امروزه در دست داریم، مجموع پنج دست‌نوشته است که همگی واجد یک عنوان هستند: «ملاحظاتی چند در باب ارتباط میان نظریه نسبیّت و فلسفه کانتی» (Some Observations about the Relationship between Theory of Relativity and Kantian Philosophy). هر چند موضوع این پنج دست‌نوشته یکی است، اما متن آنها و گاه استدلال‌ها و نظریات گودل در این میان تغییر می‌کند.

هیچ‌یک از این دست‌نوشته‌ها که طی این سال‌ها نوشته شده‌اند برای چاپ آماده نشده‌اند و همین سبب شده است که فقراتی از آنها نامفهوم، گنگ و اصلاح‌نشده به‌نظر آیند. دو دست‌نوشته از میان آنها، با مقدمهٔ اشتاین در مجموعه آثار گودل چاپ شده، یعنی متن B2 و C1. اشتاین به نقل از مالامنت (D. Malament) ترتیب زمانی این پنج دست‌نوشته را چنین ذکر می‌کند: $(A1, B1, B2) \rightarrow (C1, C2)$ (Stein, 1990, p.203).

در این زمینه گودل علاوه بر این دست‌نوشته‌ها، دست به انتشار مقاله‌ای زد که به لحاظ زمانی متأخرتر از دست‌نوشته‌هاست، مقاله‌ای با عنوان: «ملاحظه‌ای در باب ارتباط میان نظریه نسبیّت و فلسفه ایدئالیستی» (A Remark about the Relationship between Relativity Theory and Idealistic Philosophy) (1949a).^۱ مقاله و دست‌نوشته‌ها مشترکات فراوانی دارند، گرچه متن دست‌نوشته‌ها شامل نکته‌ها و مسائل متعدد بیشتری است و در قیاس با مقاله چاپ‌شده، دیدگاه‌های فلسفی گودل درباب معرفت به جهان فیزیکی را بیشتر به ما نشان می‌دهد. در اینجا، متن C1 و مقاله چاپ‌شده در سال ۱۹۴۹ (که از این پس آن را مقاله ۱۹۴۹a می‌خوانیم) دستمایه بررسی آراء گودل بوده است.

استدلال‌های گودل در ۱۹۴۹a به‌دنبال نشان دادن این نکته است که بر اساس نظریه نسبیّت، می‌توانیم به جانبداری از آن دسته از فیلسوفان ایدئالیستی بپردازیم که عینیت تغییر (objectivity of change) را انکار می‌کنند و به تغییر همچون یک پندار (illusion) یا یک نمود (appearance) ناشی از حالت خاص ادراکی ما می‌نگرند (Gödel, 1990a, p.202). منظور از «تغییر»، تغییری است که در ضمن ایده ما از زمان قرار دارد، زمانی که مورد شهود قوای ادراکی ماست؛ یا به‌عبارت دیگر تغییری که در ضمن ایده شهودی ما از زمان است. ساده‌تر بگوییم: زمان آن‌چنانکه ما ادراک می‌کنیم سرشته با تغییر است و نظریه نسبیّت می‌تواند به سود این رأی ایدئالیستی خوانده شود که این «تغییر» سرشته با زمان در ادراک ما، امری عینی نیست. در متن C1 نیز گودل با قیاس میان نظریه نسبیّت

و فلسفه کانت، می‌کوشد نشان دهد نه تنها میان آنها تناقضی نیست، بلکه تا حدود زیادی همسویی هست، و حتی بیشتر، نظریه نسبیّت یک گواه (verification) در خور توجه برای آموزه‌های کانت در باب زمان و مکان به شمار می‌رود و اگر هم میان این دو تناقضی هست، در یک مسئله حدّ اقلی است که ذکر آن خواهد آمد.

در متن C1 گودل آموزه کانت در باب زمان را شامل دو ویژگی می‌داند: ویژگی سلبی و ویژگی ایجابی. وی می‌کوشد نشان دهد که در هر دو ویژگی، قرابت اصولی و بنیادینی میان فلسفه کانت و نظریه نسبیّت برقرار است. ویژگی سلبی - یعنی انکار عینیت زمان همچون امر در حال مرور، یا همان عینیت تغییری که سرشته با زمان ادراکی ما است - کم و بیش همان است که در مقاله ۱۹۴۹a نیز در باب آن بحث شده، با این تفاوت که در این مقاله به صورت واضح‌تری بیان شده است. بنابراین آنچه C1 از مقاله ۱۹۴۹a بیشتر دارد، توضیحاتی است راجع به ویژگی ایجابی آموزه کانت در باب زمان. با توجه به این مطلب، ابتدا استدلال گودل در ۱۹۴۹a را بازمی‌گوییم و سپس به ادامه بحث زمان در متن C1 خواهیم پرداخت.

مقاله ۱۹۴۹a

همان‌طور که ذکر شد، گودل در این مقاله می‌کوشد نشان دهد که با تکیه بر نظریه نسبیّت می‌توان استدلالی ترتیب داد در موافقت با طرز تلقی فیلسوفان ایدئالیست (مانند پارمنیدس، کانت و ایدئالیست‌های مدرن)؛^{۱۱} استدلالی در باب «انکار عینیت تغییر». استدلال گودل را می‌توان در سه مرحله پی گرفت^{۱۱} که به ترتیب در پی می‌آید.

مرحله اول: استدلال براساس نظریه نسبیّت خاص

مقدمه اول: در نسبیّت خاص هم‌زمانی امری است نسبی، به این معنی که برای تعداد زیادی از جفت رویدادهای الف و ب، هم‌زمانی یا تقدّم و تأخّر معنای عینی خود را از دست می‌دهد، و تعیین هم‌زمانی یا تقدّم و تأخّر میان آن دو رویداد بسته به ناظری است که از موقعیت و سرعت نسبی خاصی (نسبت به آن رویداد) برخوردار است. میان دو ناظر با دو موقعیت و دو سرعت نسبی متفاوت، ممکن است هیچ توافقی در باب هم‌زمانی یا تقدّم و تأخّر رویدادهای الف و ب نباشد. به علاوه، گزارش هیچ یک از آن دو ناظر در باب تقدّم و تأخّر رویدادها بر دیگری ترجیحی ندارد؛ یعنی هیچ ملاک فیزیکی برای تمییز یکی از آن دو گزارش به‌عنوان گزارش صادق وجود ندارد.^{۱۲}

مقدمه دوم: تغییر تنها به‌واسطه مرور زمان ممکن است، و وجود مرور عینی زمان دالّ بر این است که «واقعیت (reality) شامل بی‌نهایت لایه از اکنون (now) است که متوالیاً

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسألهٔ زمان ۱۲۷
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

پا به عرصهٔ وجود می‌گذارند» (Gödel, 1990a, v2, pp.202-203). توضیح اینکه، اگر قرار است تغییر یک امر عینی باشد، لازم است زمان به‌طور عینی در واقعیت مرور کند. مرور عینی زمان مستلزم این است که واقعیت خارجی شامل بی‌نهایت لایه باشد که این لایه‌ها به ترتیب در «اکنون» تحقق عینی پیدا می‌کنند، یا به زبان گودل «پا به عرصهٔ وجود می‌گذارند».

مقدمهٔ سوم: با توجه به مقدمهٔ اول، واقعیت نمی‌تواند به طریقی معین به چنین لایه‌هایی تقسیم شود.

«هر ناظری مجموعهٔ اکنون‌های متعلق به خودش را دارد، و هیچ کدام از این سیستم‌های مختلف لایه‌ها [که هر کدام مربوط به یک ناظر است] نمی‌تواند مدعی حق انحصاری نشان دادن مرور عینی زمان باشد» (Ibid, p.203؛ تأکید از نگارندگان مقاله حاضر است).

مرور زمان برای ناظران مختلف، متفاوت است و چون ترجیحی میان این مرورها وجود ندارد، نمی‌توان به یک مرور معین رسید.

مقدمهٔ چهارم: نمی‌توان گفت که مرور زمان وجود دارد اما برای هر ناظر خاص به طریقی مختص او مرور می‌کند. به عبارت دیگر، مرور نسبی زمان وجود ندارد، چرا که اگر بگوییم مرور زمان وجود دارد باید تنها به طریقی معین وجود داشته باشد. نمی‌توانیم بگوییم وجود دارد، اما به شیوه‌های مختلف. با این کار معنای وجود را نسبی کرده و مفهوم وجود را از میان برده‌ایم. اگر قرار است مرور زمان وجود داشته باشد، باید یک مرور معین و مشخص باشد. گودل می‌گوید:

«یک مرور زمان که یک مرور به طریقی معین نیست، از نظر من به همان اندازه محال است که یک شیء رنگ‌شده واجد هیچ رنگ معینی نباشد» (Gödel, 1990a, v2, p.203 n5).

نتیجه: با شروع از نسبیّت خاص و با ایتنای بر آن، عینیت مرور زمان و عینیت تغییر انکار می‌شود.

مرحلهٔ دوم: اعتراضی بر استدلال مرحلهٔ اول

استدلالی که در مرحلهٔ اول تقریر شد بر اساس نظریهٔ نسبیّت خاص است. ۱۱ سال پس از نسبیّت خاص، در ۱۹۱۶ نسبیّت عام مطرح شد. از بحث‌های فنی که بگذریم، حضور ماده

در نسبیت خاص تأثیری بر ساختارِ زمان-مکان^{۱۳} و اندازه‌گیری‌های زمانی ندارد. اما بر اساس نسبیت عام حضور ماده در زمان - مکان ایجاد پیچیدگی و انحناء می‌کند و این یعنی تأثیر حضور ماده در اندازه‌گیری‌های زمانی. بر این اساس، گودل بر استدلال مرحله اول اعتراضی را به این صورت وارد می‌کند:

هم‌ارزی کامل تمام ناظرانی که با سرعت‌های مختلف (اما یکنواخت) حرکت می‌کنند، که نکته اصلی در آن [استدلال] است، تنها در طرح (scheme) زمان - مکان انتزاعی نسبیت خاص و در برخی جهان‌های تهی [از ماده] نسبیت عام پابرجاست. اما هم وجود ماده و هم نوع خاصی از انحنای زمان - مکان که توسط آن ماده ایجاد می‌شود، تا حد زیادی هم‌ارزی ناظران مختلف را از بین می‌برد و آشکارا برخی از آنان را از بقیه متمایز می‌کند (Ibid, p.203)

بنابراین استدلال مرحله اول انتزاعی و دور از واقع به‌نظر می‌رسد؛ به این معنا انتزاعی است که نقش و تأثیر ماده را در نظر نگرفته است. با توجه به این مطالب و براساس نسبیت عام دوباره امکان تعریف یک زمان جهانی، که به‌نظر می‌رسد به‌طور عینی مرور می‌کند، مجال طرح می‌یابد؛ زمان جهانی‌ای که براساس حرکت متوسط ماده جهان تعریف می‌شود. در عین حال اگر میان ناظران درباب اندازه‌گیری‌های زمانی اختلاف باشد، این اختلاف را می‌توان بازگرداند به حرکت هر ناظر نسبت به موقعیت متوسط حرکت ماده و تأثیری که این مسئله به‌طور کلی بر فرایندهای اندازه‌گیری دارد (Ibid, p.204). از این‌رو این اندیشه دوباره تقویت می‌شود که هیچ دلیلی برای کنار گذاشتن ایده یک زمان مطلق که به‌طور عینی مرور می‌کند، وجود ندارد. در مرحله سوم گودل می‌کوشد استدلال خود را در این جهت پیش ببرد که در نسبیت عام نیز عینیت تغییر و مرور زمان به‌طور جدی زیر سؤال می‌رود.

مرحله سوم: استدلال براساس نسبیت عام و مدل‌های کیهان‌شناختی مبتنی بر آن

مقدمه اول: ممکن است کسی بگوید در تمام مدل‌های کیهان‌شناختی نسبیت عام که تاکنون شناخته شده، می‌توان یک زمان جهانی تعریف کرد که به‌طور عینی مرور می‌کند، و سپس نتیجه بگیرد که هیچ دلیلی برای کنار گذاشتن یک زمان مطلق در حال مرور وجود ندارد. اما در جهان‌های دوار (rotating worlds) گودل که مدلی است بر اساس معادلات نسبیت عام، امکان تعریف یک زمان جهانی وجود ندارد. به‌طور خلاصه، مدل جهان‌های دوار به ما نشان می‌دهد که هستند جهان‌هایی که مبتنی بر راه حل‌های کیهان‌شناختی نسبیت عام‌اند، اما امکان تعریف یک زمان جهانی در آنها وجود ندارد.

در صورت‌بندی ریاضی نسبیّت عام معادلاتی برجای می‌ماند با نام معادلات میدان (field equations) که به توضیح ساختار گرانشی فضا-زمان می‌پردازد. راه‌حل‌های مختلفی برای این معادلات پیشنهاد شده است. هر کدام از راه‌حل‌ها به مدل‌های متفاوتی از کیهان‌شناسی می‌انجامد؛ زیرا هر راه‌حل توضیح متفاوتی از روابط ریاضی موجود در ساختار فضا-زمان و چگونگی حضور ماده و به‌طور کلی ساختار کیهان به‌دست می‌دهد. یکی از این راه‌حل‌ها را گودل در سال ۱۹۴۹ ارائه می‌دهد که به طرح مدل جهان‌های دوار می‌انجامد. در این جهان‌ها ماده کیهانی در حال چرخش است بدون اینکه منبسط شود. وجود حلقه‌های بسته زمانی در جهان‌های دوار به ما این امکان را می‌دهد که با حرکت در مسیر حلقه‌ها به نقطه آغاز زمانی در حرکت خود برسیم، به تعبیری به گذشته خود سفر کنیم. توضیح فنی این جهان‌ها در اینجا مقدور نیست؛ برای اطلاعات بیشتر در باب جهان‌های دوار می‌توان به مقاله ۱۹۴۹b مراجعه کرد. در اینجا برای فهم بهتر شرایط زمانی در این جهان‌ها، توضیحاتی را که گودل در باب این موضوع در متن C1 می‌آورد، ذکر می‌کنیم. مطابق رأی گودل، در این جهان‌ها هیچ زمان جهانی‌ای قابل تعریف نیست. اگر نقاط زمان برای هر ناظر به طریقی خاص مرتب شود، در جهان‌های دوار هیچ‌یک از سیستم‌های مختلف نقاط زمان به‌نحو عینی متمایز از سایر سیستم‌ها نیست، بلکه هر کدام از آنها را می‌توان صرفاً با ارجاع به اشیاء معین و خاصی، از سایر سیستم‌ها متمایز ساخت. به‌عبارت دیگر، هر کدام از این سیستم‌ها در وابستگی به اشیاء و اجرام خاص یا به دستگاه‌های مختصات ویژه‌ای تعریف می‌شوند و بر همین اساس از سایر سیستم‌ها متمایز می‌یابند. از سوی دیگر، برای تمایز این سیستم‌ها از یکدیگر هیچ مرجع عینی برتری وجود ندارد که همگی با آن قیاس شوند. در چنین جهان‌هایی روابط زمانی مطلق وجود دارند، اما کاملاً متفاوت از زمان به معنای معمول کلمه؛ چنین روابطی تنها می‌توانند از یک نظم جزئی دفاع کنند و بس:

... [در یک رابطه زمانی] از هر جهتی که بتوان یک «قبل» مطلق را مطرح کرد، همیشه یا رویدادهایی هستند که به‌لحاظ زمانی غیر قابل - مقایسه‌اند [یعنی نمی‌توان گفت که قبل هستند یا بعد] یا رویدادهایی وجود دارند که به‌شکل مدور منظم شده‌اند. در نتیجه هر فاصله زمانی مطلق قابل تعریف فاقد خاصیت جمع‌پذیری است (یعنی $AB + BC \neq AC$ مگر موارد خاص) و بنابراین نه به‌وسیله یک خط، بلکه صرفاً به‌وسیله فضای بیش از یک بعد می‌توان آن را نشان داد. به‌علاوه، این تفاوت‌های ساختاری بیشتر بر این دلالت می‌کنند که یک مرور عینی زمان (objective lapse of time)، مثل آنچه در ایده شهودی زمان مندرج است، در جهان‌های دوار غیرممکن است. زیرا به‌واسطه مرور زمان ما تصور می‌کنیم که واقعیت شامل بی‌نهایت لایه است که پشت سر هم پا به عرصه وجود می‌گذارند. اما جهان‌های دوار نمی‌توانند به چنین

لایه‌هایی تقسیم شوند مگر نسبت به یک ناظر یا شیء مرجع دیگری که لایه‌ها مبتنی بر آن خواهند بود. اینکه حداقل آن مرور زمانی که مستقیماً تجربه می‌شود هیچ معنای عینی‌ای در جهان‌های دوار ندارد، از این واقعیت هم به دست می‌آید که در این جهان‌ها امکان مسافرت به آینده یا گذشته‌ای به دلخواه دور و بازگشت [به نقطه اول] وجود دارد، درست همان طور که در جهان‌های دیگر امکان مسافرت به بخش‌های دور مکان وجود دارد (Gödel, 1990b, v3, p.251).

گودل خود می‌گوید چنین طرحی نه از یک نظم خطی دفاع می‌کند، نه شامل یک نظام تک‌بعدی از نقاط است و نه واجد خاصیت مرور، «به‌سختی بتوان چنین چیزی را زمان نامید...» (Ibid, p.251).

بنابراین، براساس مدل جهان‌های دوار گودل، تعریف یک زمان مطلق امکان ندارد؛ زیرا زمان‌های موضعی ناظران نمی‌توانند با یک زمان جهانی مطابق شوند. در این جهان‌ها چنان خواصی از تقارن (symmetry) وجود دارد که هیچ تقدّم و تأخّر مطلق در مقیاس کیهانی قابل تعریف نیست،^{۱۴} و به تعبیر دیگر غیرعینی بودن تغییر در این جهان‌ها بی‌شک صادق است. در این جهان‌ها، به‌خاطر خواص تقارنی آنها، می‌توان به هر منطقه‌ای از گذشته، آینده و حال مسافرت کرد و بازگشت، همان طور که در جهان معمولی خود به مناطق مختلفی از مکان سفر می‌کنیم (Gödel, 1990a, v2, pp.204-205). موضوع امکان مسافرت در زمان خود به انکار عینیت تغییر کمک می‌کند:

[در این جهان‌ها] در ازای هر تعریف ممکن از زمان جهانی، می‌توان به مناطقی از جهان سفر کرد که مطابق آن تعریف گذشته هستند. این مطلب مجدداً نشان می‌دهد که فرض کردن یک مرور عینی زمان هر توجیهی (justification) را در این جهان‌ها از دست خواهد داد؛ زیرا به هر طریقی که بتوان فرض کرد زمان در حال مرور است، همیشه ناظران ممکن وجود خواهند داشت که هیچ مرور عینی‌ای با مرور زمان تجربه‌شده آنان مطابقت نمی‌کند (Ibid, p.205).

مقدمه دوم: ممکن است جهان ما جهانی از این نوع (یعنی جهان‌های دوار که ذکر آن رفت) نباشد،^{۱۵} اما بحث فوق درباب جهان‌های دوار به ما نشان می‌دهد که در مدل‌ها و جهان‌های دیگر نیز فرض یک مرور عینی زمان با اشکال جدی مواجه می‌شود: در تمامی آنها وجود یک مرور عینی زمان، به طریقی که ماده و حرکت آن در جهان چپ‌نشان یافته‌اند بستگی دارد؛ یعنی زمان دیگر مستقل از چارچوب‌ها و اشیاء جهان نیست، و بنابراین نمی‌توان یک مرور معین را بدان نسبت داد (به‌خاطر اوریتم تلقی نیوتن از زمان مطلق را). از سوی دیگر، تعریفی که از زمان

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۳۱
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

مطلق در مدل‌های دیگر ارائه می‌شود تنها یک تعریف تقریبی است و در راه حل‌های ارائه‌شده، رسیدن به یک تعریف دقیق تنها با وارد کردن عناصر محاسباتی کم‌وبیش دلخواه صورت می‌گیرد و بدین سبب محل تردید است که آیا تعریف دقیقی - که دال بر یک مرور زمان معین باشد - وجود دارد، آنچنان که بتوانیم زمان به دست آمده مطابق این تعریف را همان زمان درست و حقیقی در نظر بگیریم (Ibid, p.204 n9).

نتیجه: براساس نسبیّت عام نیز زمان مطلق - با توجه به تعریفی که گودل از آن دارد - مجال طرح نمی‌یابد و به تبع عینیت تغییر نیز انکار خواهد شد.

دست‌نوشته C1 ۱۹۴۶/۹

دست‌نوشته C1 به مقایسه تفصیلی نسبیّت و فلسفه کانت می‌پردازد. گودل در این دست‌نوشته بر آن است که نظریه نسبیّت یک گواه در خور توجه و حتی یک شرح جالب برای آموزه‌های کانت در باب فلسفه زمان و مکان فراهم آورده که تاکنون به قدر کافی بدان توجه نشده است. وی معتقد است میان نظریه نسبیّت و فلسفه کانت از برخی جهات شباهت‌های جالبی وجود دارد و تناقض میان آن دو آن قدرها که معمولاً می‌گویند بنیادی نیست (Gödel, 1990b, v3, p.247 n1).

گودل آموزه کانت در باب زمان را واجد دو ویژگی می‌داند؛ ویژگی سلبی و ایجابی. وی می‌کوشد نشان دهد که میان کانت و آینشتاین قرابت بنیادینی در باب این دو ویژگی وجود دارد. این دو ویژگی از زبان گودل بدین قرارند:

زمان نه چیزی است که فی‌نفسه وجود داشته باشد (یعنی یک موجود مجزا سوای اشیاء [مقرر] در آن) و نه یک ویژگی یا نظمی سرشتین (inherent) در اشیاء [= ویژگی سلبی] بلکه صرفاً یک خاصیت سرشتین است در نسبت اشیاء با چیزی دیگر [= ویژگی ایجابی]^{۱۶} (Ibid, p.247).

بنگریم کانت در باب این دو ویژگی چگونه سخن می‌گوید. در سنجش خرد ناب در باب ویژگی سلبی می‌خوانیم:

«زمان چیزی نیست که لفسه بر جا باشد، یا همچون یقین برون‌آختی [=عینی] به شیء‌ها دوسیده [=الصاق] شده باشد» (کانت، ۱۳۸۳، ص ۱۱۸، B49)

و در تمهیدات در باب ویژگی ایجابی:

اگر کسی را در اینکه این هر دو [زمان و مکان] نه تعینات نفس‌الامری اشیاء و بلکه

صرفاً تعینات رابطه آنها با حساسیت ماست، اندک تردیدی باقی است، من می‌خواهم بدانم چگونه ممکن است مقدم‌بر تجربه و بنابراین مقدم بر هر گونه شناختی از اشیاء، یعنی قبل از اینکه اشیاء به ما عرضه شده باشد، دانست که شهود آنها چگونه است، و در اینجا مکان و زمان این چنین است (کانت، ۱۳۷۰، ص ۱۲۱، تأکید از نگارندگان مقاله حاضر است).

ویژگی سلبی متضمن انکار عینیت مرور زمان و تغییر است، همان که در بند پیشین بدان پرداختیم. بنابراین، استدلال‌های گودل در بند قبل، در واقع عهده‌دار نشان دادن همسویی کانت و نسبییت در باب ویژگی سلبی بود. اما درباره ویژگی ایجابی، همان‌طور که در نقل قول ذکر شده از تمهیدات می‌بینیم، کانت از زمان و مکان به‌عنوان «تعینات رابطه اشیاء با حساسیت ما» یاد می‌کند. نزد کانت، زمان تنها و تنها در «نسبت» با سوژه مدرک است که معنی دارد و از همین روست که در مقابل صفت «نسبی»، ذاتی بودن در اشیاء - یعنی مستقل بودن از سوژه مدرک - را می‌آورد؛ وی این ذاتی بودن را انکار می‌کند و جانب نسبی بودن را می‌گیرد. گودل بر همین اساس در پاورقی ۵ متن C1 می‌گوید:

اگر واژه مطلق (absolute) را به معنی مستقل بودن از چارچوب یا یک شیء مرجع در نظر بگیریم، این اصطلاح کم‌ویش نزدیک عبارت ذاتی در شیء (inherent in the object) نزد کانت است؛ زیرا کانت این معنی را در مقابل صفت نسبی - یعنی در نسبت با سوژه مدرک - به کار می‌گیرد (Gödel, 1990b, v3, p.247 n5)

نتیجه اینکه نظریه نسبییت و فلسفه کانت هر دو، زمان را همچون موجودی مستقل در کنار سایر اشیاء یا ذاتی در خود اشیاء کنار می‌گذارند و آن را در نسبت با چیزی دیگر (سوژه مدرک در کانت، و موقعیت فیزیکی در نسبییت) می‌نگرند. ویژگی ایجابی زمان نزد کانت عبارت است از اینکه زمان محصول رابطه اشیاء با حساسیت (sensitivity) سوژه مدرک است؛

«زمان و مکان ویژگی‌هایی ذاتی نه در اشیاء بلکه صرفاً در ارتباط آن اشیاء با حساسیت ما هستند» (کانت، ۱۳۷۰، ص ۱۲۱).

در نظریه نسبییت هم (و نیز در جهان‌های دوار) زمان محصول ارتباط ناظر با اشیاء است، با این تفاوت که این صرفاً یک ارتباط فیزیکی با جسم ناظر است؛ یعنی این ارتباط با ناظر از این حیث برقرار است که وی موجودی حساس (sensual being) است به عام‌ترین معنا، بسیار عام‌تر از آنچه مد نظر کانت بود؛ زیرا چنین ارتباطی (در نظریه نسبییت) با افکندن (projecting) رویدادها بر جهان خط جسم (-world line of body) وی حاصل می‌شود، یعنی بر روی خط تماس حسی بی‌واسطه‌ای که جسم ناظر، به‌عنوان دریافت‌کننده تأثرات حسی، با واقعیت بیرون از خودش دارد،^{۱۷} درحالی که نزد کانت این رابطه‌ای

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۳۳
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

است با حساسیت ناظر. نتیجه این قیاس آن است که نسبیّت زمان در نظر کانت معنایی قوی‌تر از نظریه نسبیّت دارد - با توجه به معنایی که از نسبیّت به دست دادیم؛ یعنی اینکه ایده زمان تنها و تنها در نسبت سوژه با اعیان خارجی وجود دارد. به عبارت دیگر کانت نسبیّت بنیادی‌تری را مطرح کرده است، چرا که بستگی آن را به جای یک ارتباط صرفاً فیزیکی و جسمانی (جسمی که تأثیرات فیزیکی را دریافت می‌کند) به ساختار قوای حس و متخلیه آدمی مربوط می‌داند و بستگی مورد نظر را عمیق‌تر می‌سازد^{۱۸} (Ibid, p.252).

باری، تا بدینجا دیدیم که گودل نظریه نسبیّت را به سود کانت قرائت کرد. مطابق رأی او، نسبیّت و کانت هر دو در انکار «عینیت» زمان شهودی متفق‌اند؛ زمانی که مورد شهود قوای ادراکی ماست؛ زمانی که مرور می‌کند و رویدادها را بر اساس یک نظم منحصر به فرد مرتب می‌کند. اما در عین حال نظریه نسبیّت به انکار این زمان شهودی بسنده نمی‌کند؛ به عوض دست به طرح معرفتی نو در باب زمان می‌زند و تعریفی جدید را پیش رو می‌نهد. برای اینکه ببینیم از منظر گودل این معرفت نو در باب زمان چیست، نظری می‌افکنیم به بخشی از کتاب هائو وانگ مصاحب سال‌های پایانی گودل. وانگ در کتابی که درباره گودل نوشته است (Wang, 1996) بخشی را اختصاص می‌دهد به موضوع زمان، با عنوان «زمان: آنچنان که تجربه می‌شود و آنچنان که تصویر می‌شود» (Time: As experienced and as represented). وانگ در این بخش عباراتی از گودل نقل می‌کند که به مقصود ما یاری می‌رساند. برخی از این عبارات را در اینجا می‌آوریم:

مسئله دیگر، رابطه مفهوم ما از زمان با زمان واقعی (real time) است. ایده واقعی در پشت زمان [ایده] علیّت است؛ ساختار زمان جهان عیناً ساختار علیّی آن است. علیّت در ریاضیات - که می‌توان گفت به معنای ایجاب پیامدهای یک قضیه بنیادین است - در زمان نیست، بلکه ما آن را طرحی در زمان در نظر می‌گیریم. علیّت در زمان لایتغیر است و بر تغییر دلالت نمی‌کند. این یک واقعیت تجربی - نه پیشینی - است که علیّت همیشه توأم با تغییر است. تغییر در جهان آینشتاین، ذهنی (سوبژکتیو) است. از نظر کانت تغییر ذات زمان است (Wang, 1996, p.320).

گودل از تحلیل زمان شهودی، گویی به دو مفهوم اساسی می‌رسد: علیّت و تغییر. همراهی این دو در زمان شهودی تنها بر اساس تجربه است. از میان آن دو، آنچه عینی است و مربوط به جهان خارج، علیّت است و گویی همین را «زمان واقعی» می‌خواند. علیّت لزوماً در زنجیره‌های توالی زمانی قرار نمی‌گیرد؛ علیّتی آنچنان که در ریاضیات مطرح است و بدون تقدم و تأخر زمانی نتیجه‌اش را موجب می‌شود؛ علیّتی بدون تقدم و تأخر زمانی، علیّتی متقارن.

در چنین طرحی، تقدّم زمانی معلول بر علت محال نیست و اگر درست‌تر سخن بگوییم علیتی که وجود دارد اصلاً مشمول مرور زمان و تقدّم و تأخّر نمی‌شود؛ معنای متقارن بودن همین است.

طرح جهان‌های دوار گودل نیز تداعی‌کننده چنین چیزی است؛ یعنی نمایشی از ساختار علی جهان فیزیکی بدون توسل به مفهوم زمان و تغییر. در این جهان‌ها علیت جزء ساختار جهان فیزیکی است، بدون اینکه در توالی زمانی قرار گیرد. جهان‌های دوار گودل طرحی است، از چنین شکلی از علیت که در آن تقدّم و تأخّر هر یک از علت و معلول بر دیگری ممکن است (Ibid, p.322).^{۱۹}

نتیجه اینکه، زمان در نظریه نسبیت دیگر شباهتی به زمان شهودی ندارد؛ نسبیت، معرفتی نو در باب زمان پیش می‌نهد؛ معرفتی که از حدود معرفت پدیداری می‌گذرد. زمان شهودی در محدوده معرفت پدیداری است: زمان آنچنان که بر ما پدیدار می‌شود، یا دقیق‌تر بگوییم: زمان آنچنان که پدیدارها در آن واقع می‌شوند. اما زمان نظریه نسبیت زمانی است غیر از آنچه در محدوده معرفت پدیداری است. این فراروی از معرفت پدیداری چیزی نیست که کانت آن را بپذیرد. به زبان دیگر نسبیت مرزهای معرفت را - آنچنان که کانت ترسیم کرده است - به رسمیت نمی‌شناسد و با فراتر رفتن از آن مرزها عدم تعهد خود به حرکت در مسیری را که کانت برای معرفت معین کرده بود نشان می‌دهد. به عبارتی تناقض میان آن دو با صرف فراروی نسبیت از مرزهای کانتی بروز می‌کند. عبارات پایانی گودل در متن C1 همین نکته را یادآور می‌شود:

به نظر می‌رسد تناقض واقعی میان نظریه نسبیت و فلسفه کانتی تنها در یک نکته وجود دارد، یعنی این نکته که مطابق رأی کانت علوم طبیعی در توصیفی که از جهان ارائه می‌دهند باید ضرورتاً صورت‌های ادراک حسی (sense perception) ما را محفوظ نگه دارند و جز برقراری روابطی میان پدیدارها [صرفاً] درون این چارچوب، نمی‌توانند کاری کنند (Gödel, 1990b, v3, p.257).

باری، گودل می‌کوشد میان زمان شهودی و زمان در نظریه نسبیت تفکیک قائل شود. وی زمان شهودی را به نفع زمان - مکان نسبیتی کنار می‌گذارد. گویی وی، با نظر به علائق ایدئالیستی‌اش، به تمایز افلاطونی میان «واقعیت» و «نمود» اشاره دارد. همان‌طور که نزد افلاطون عقل می‌تواند به این تفکیک واقف شود، و با گذر از «نمود» به سوی «واقعیت» رهسپار شود، در اینجا نیز فیزیک ریاضیاتی - که اکنون به معنایی نماینده عقل است - می‌تواند میان زمان شهودی همچون «نمود»، و زمان نسبیتی همچون «واقعیت»، تمایز قائل شود و با عبور از زمان شهودی، در یک سیر دیالکتیکی، به سوی واقعیت عزیمت کند. تنها عقل - و در اینجا فیزیک ریاضیاتی جدید - است که می‌تواند شناختی مکفی از واقعیت به دست دهد

(*Encyclopedia of Philosophy*, vol.4, p.118).

جهان دوار گودل نشان‌دهنده «امکان» وجود جهانی است که در آن زمان مرور نمی‌کند، گرچه ساکنان این جهان به واسطه موقعیت فیزیکی خود مرور زمان را «تجربه» می‌کنند. با این همه، ساکنان این جهان می‌توانند به نیروی عقل دریابند که در چه جهانی زندگی می‌کنند و با این کار از حدود معرفت، آنچه‌آنچه بر آنان پدیدار می‌شود، فراروند. در تاریخ علم، کشف عناصر ذهنی (subjective) معرفت، یعنی سهم ذهن در تشکیل معرفت، و تمایز آن از سهم عینی (objective) معرفت، گامی در این سیر دیالکتیکی بوده است؛ انقلاب کپرنیک و نیز توجه کانت به این مسئله از جمله این موارد است. اینکه نشان دهیم، معرفت ما تا چه اندازه از عناصر ذهنی بهره‌مند بوده است، قدمی است، برای کشف عناصر عینی معرفت. اما متأسفانه هر بار یک تمایل شدید برای تقلیل همه معرفت به امری ذهنی پدید آمده است. فرض «ناشناختنی بودن شیء فی‌نفسه» کانت مثالی است از این تمایل افراطی:

متأسفانه هر گاه این نظرگاه سودمند در باب تمایزی میان عناصر ذهنی (سوبژکتیو) و عینی (ابژکتیو) در معرفت‌مان (که به‌نحو خیلی مؤثری توسط کانت از طریق مقایسه با نظام کپرنیکی پیشنهاد شد؛ نگاه کنید به انتهای صفحه ۲۹ [از متن اصلی گودل]) در تاریخ علم آشکار می‌شود، ناگهان تمایلی برای رساندن آن به یک سوبژکتیویسم بی‌حد به‌وجود می‌آید، که بدین طریق تأثیرش از بین می‌رود. تز کانت ناظر به ناشناختنی بودن اشیاء فی‌نفسه یک مثال از این مورد است، مثال دیگر این تعصب است که تفسیر پوزیتیویستی مکانیک کوانتوم باید ضرورتاً مرحله نهایی این تئوری باشد (Gödel, 1990b, v3, p.258 n27).

در عصر حاضر، نظریه نسبیّت اولین گام است، برای فراروی از حدود معرفت، آنچه‌آنچه پیشینیان ترسیم کرده بودند. این فراروی نسبیّت، سنگ بنایی است برای عمارتی که فیزیک جدید بعد از این نظریه برپا می‌کند؛ اولین گام برای فراتر رفتن از مرزی که نزد کانت حد نهایی معرفت بود، ویژگی اصلی فیزیک جدید فراتر رفتن از تصویر طبیعی جهان است که کانت آن را جهان نمود می‌خواند، و همین ویژگی سبب تمایز آن از فیزیک نیوتنی نیز هست. این فراروی از تصویر طبیعی، گرچه مخالف فلسفه کانت است، تأییدی هم برای آن فلسفه محسوب می‌شود؛ از این جهت که با این فراروی، ویژگی عمیقاً سوبژکتیویستی آن را نشان می‌دهد (Ibid, p.258).

فیزیک جدید با نشان دادن عناصر سوبژکتیویستی معرفت پیش از خود، نمودی بودن این معرفت را تثبیت می‌کند و بدین طریق با وقوف به این مطلب راهی می‌گشاید به سوی «واقعیت». از نظر گودل نظریه نسبیّت در دوران معاصر اولین گام را در این مسیر برداشته

است.

با توجه به این مطالب، پیشنهاد گودل برای اصلاح نظام کانتی، کنار گذاشتن فرض «ناشناختنی بودن شیء فی نفسه» است. کنار گذاشتن این فرض، امکان حرکت به سوی واقعیت را گشوده نگه می‌دارد، هرچند گام به گام و جزء به جزء. بنابراین کانت برای همراهی با فیزیک جدید باید دست از فرض ناشناختنی بودن شیء فی نفسه بردارد:

بدون شک ریشه این نگاه کانت [یعنی این نگاه که علوم طبیعی باید در توصیف خود صورت‌های ادراک حسی را محفوظ دارند] در اعتقاد وی به ناشناختنی بودن (دست‌کم توسط عقل نظری (theoretical reason)) اشیاء فی‌نفسه است و به نظر من می‌رسد که اگر بخواهیم توافقی میان آموزه‌های او و فیزیک جدید برقرار کنیم، کانت باید از این جهت اصلاح شود؛ یعنی باید فرض شود که برای معرفت علمی (scientific knowledge) این امکان وجود دارد - دست‌کم به‌طور جزئی و گام به گام - که به فراسوی نموده‌ها برود و به اشیاء فی‌نفسه نزدیک شود (Ibid, p.257).

جمع بندی

زمان در فیزیک نیوتنی مطلق است و عینی؛ مستقل از هر امر دیگری به‌طور یکنواخت جریان دارد و نظم منحصر به فرد رویدادها را رقم می‌زند. در فلسفه کانت به «صورت امر شهود» بدل می‌شود، گرچه همچنان ترتیب یگانه پدیدارها را معین می‌کند، بی‌آنکه دیگر به معنای نیوتنی عینی باشد. نزد هر دو، زمان براساس شهود قوای ادراکی ما تعریف می‌شود، هرچند عینیت زمان برای ایشان به یک معنا نیست. نظریه نسبیت، انقلابی در مفهوم زمان بود. در نسبیت، زمان دیگر نه مطلق است، آنچنان که بدون نسبت با هیچ امر دیگری - از جمله ناظران - وجود داشته باشد و نه عینی است. سلب عینیت از زمان در نسبیت، سلب عینیت ویژگی‌هایی است مانند مرور و نظم منحصر به فرد؛ در عوض زمان به معنایی دیگر مجال طرح می‌یابد. زمان نسبیتی مرور نمی‌کند؛ نظم منحصر به فرد به رویدادها نمی‌دهد؛ و ای بسا امکان سفر در گذشته و آینده را فراهم آورد. چنین زمانی آن هنگام که زمان شهودی را منکر می‌شود، مؤید کانت است و نیز آن هنگام که آن را در نسبت با سوژه انسانی تعریف می‌کند، ولی نه آن هنگام که طرحی نو درمی‌اندازد. چنین زمانی هر چه باشد، غیر از آنی است که توسط قوای ادراکی ما تجربه می‌شود؛ غیر از آنی است که بر ما پدیدار می‌شود. این ویژگی فیزیک جدید در به‌دست دادن طرحی از جهان، غیر از آنچه بر ما پدیدار می‌شود، برای گودل دستمایه‌ای است تا جهان ممکن را طرح کند که ساکنان آن نمی‌توانند جهان را آنچنان که هست «تجربه» کنند، گرچه می‌توانند قدم به قدم، به نیروی عقل آن را «فهم» کنند. پس بیهوده نیست که گودل نسبیت را مؤید فلسفه ایدئالیستی می‌بیند و

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۳۷
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

می‌کوشد به یاری آن، به جانبداری از فیلسوفان ایدئالیست بشتابد. چنین است که وقتی به استقبال فلسفه کانت می‌رود، برای همراهی آن با فیزیک جدید، حذف فرض «ناشناختی بودن شیء فی‌نفسه» را پیشنهاد می‌دهد؛ از آن رو که راه به سوی واقعیت، آنچنان که هست، بسته نباشد؛ گرچه قدم به قدم و جزء به جزء.

پی‌نوشت‌ها

۱. ارسطو در پایان فصل چهارم از کتاب یازدهم (کاپا) متافیزیک - فصلی با عنوان «فرق میان فلسفه نخستین با ریاضیات و دانش طبیعی» - می‌گوید:

«... باید دانش طبیعی و ریاضیات را بخش‌هایی از حکمت انگاشت» (ارسطو، ۱۳۸۴، ص ۳۵۴). این مطلب را در فصل هفتم کتاب یازدهم - که از تقسیم‌بندی دانش‌ها سخن می‌گوید - نیز می‌توان پی‌گرفت (همان، صص ۵-۳۳۴).

۲. برت در کتاب *مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین*، می‌کوشد شعار کسانی چون گالیله، گیلبرت، بوئل و نیوتن را منتقدانه بررسی کند و نشان دهد که آن‌ها بر خلاف مدعیات پوزیتیویستی‌شان، همواره از فرض‌های متافیزیکی و برخی خیال‌پروری‌ها در کارهای علمی خود بهره برده‌اند (ر.ک. برت، ۱۳۸۵).

۳. پوپر در کتاب *منطق اکتشاف علمی*، پس از اینکه به منطق استقرایی پوزیتیویست‌ها چنین ایراد می‌گیرد که این منطق از ارائه ملاک تمییز برای تفکیک علم از متافیزیک عاجز است و به ناچار آن‌ها را در یک مرتبه می‌نشاند، می‌گوید:

«به رغم این ترفندهای ضد متافیزیکی - که فقط به انگیزه خصومت با متافیزیک به کار می‌رود - من برای خود رسالت برانداختن متافیزیک قائل نیستم. بلکه بر آنم تا علم تجربی را چنان که شایسته است بشناسانم و مفاهیم علم تجربی و متافیزیک را به نحوی تعریف کنم که بتوان دانست بررسی دقیق‌تر کدام مجموعه از گزاره‌ها به علم تجربی مربوط می‌شود» (پوپر، ۱۳۸۴، صص ۲-۵۱).

۴. پوپر، در مقاله «فیزیک و فلسفه: تأثیر فیزیک نظری و تجربی بر برخی گمانه‌زنی‌های متافیزیکی درباره ساختار ماده»، به این مسئله می‌پردازد. مقاله با این عبارات می‌شود: «اظهار نظرهایی که در این نوشته [مقاله مذکور] می‌آید به قصد نشان دادن این نظریه حائز اهمیت است که علم تجربی می‌تواند به حل مسائل فلسفی یاری رساند و اینکه حداقل علم جدید، می‌تواند برخی نکات مهم را درباره برخی از مسائل کلاسیک فلسفه - به خصوص مسئله قدیمی ماده - به فلاسفه بیاموزد» (پوپر،

۱۳۸۴، ص ۲۲۲).

۵. برای ارتباط این موضوع با اندیشه‌های کلامی نیوتن رجوع کنید به فصل هفتم کتاب *مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین* (برت، ۱۳۸۰)؛ تحت عنوان «متافیزیک نیوتن».

۶. ناظر را نباید به معنای بیننده‌ای صرف دانست، ناظر کسی است که با وسایل اندازه‌گیری خود مشغول ثبت اندازه‌گیری‌هاست. ناظر یک چارچوب، نسبت به آن چارچوب ساکن است. وسایل یک ناظر برای اندازه‌گیری‌های زمانی - مکانی، همان ساعت‌ها و خطکش‌های اوست.

۷. برای تفصیل مثال ذکر شده و نسبت خاص، نگاه کنید به کتاب *آشنایی با نسبیت خاص* نوشته رابرت رزنیک، فصل دوم (رزنیک، ۱۳۸۵).

۸. برای اطلاع از نمونه‌ای از چنین نتیجه‌گیری‌ای و شیوه راه بردن بدان، نگاه کنید به (Reichenbach, 1965).

۹. این مقاله برای اولین بار در کتاب *Albert-Einstein, Philosopher-Scientist, Library of Living Philosophers, Vol. 7, Schilpp, (ed.)* به چاپ رسید. گودل در این کتاب علاوه بر مقاله بالا، مقاله مجزای دیگری را اختصاص می‌دهد به راه حل‌های بدیع خود درباره معادلات میدان در نسبیت عام که به طرح جهان‌های دوار می‌انجامد. عنوان این مقاله چنین است:

An example of a new type of cosmological solutions of Einstein's field equations of gravitation (1949b)

دلیل نام‌گذاری این دو مقاله با عناوین 1949a و 1949b مجزا بودن این دو مقاله از سویی و مرتبط بودن آنها از سوی دیگر است. هر دو مقاله در مجموعه آثار گودل آمده است.

۱۰. به نظر می‌رسد منظور از ایدئالیست‌های مدرن کسانی هستند مثل مک‌تاگارت که عینیت زمان را زیر سؤال می‌برند. مقاله مک‌تاگارت با عنوان «غیرواقعی بودن زمان» (Mc.Taggart, 1908)، نقطه آغاز بحث‌های متعددی بوده است.

۱۱. استخراج مقدمات و ذکر نتایج بدین شکل، از نویسندگان مقاله حاضر است.

۱۲. وجود نداشتن یک ملاک برای ترجیح یکی از این گزارش‌ها بر دیگری، باز می‌گردد به اصل «هم‌ارزی چارچوب‌های لخت» در فیزیک، که در اینجا توضیح دقیق آن برای فهم مطلب ضروری نیست.

۱۳. پیش از نسبیت، فضا و زمان مستقل از هم بودند، اما پس از این نظریه، فضا و زمان در یک پیوستار چهار بعدی با نام «پیوستار مینکوفسکی» به یکدیگر وابسته می‌شوند و فضا - زمان را تشکیل می‌دهند.

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۳۹
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

۱۴. هنگامی که تقدّم و تأخّر رویدادها مطلق باشد، یعنی تحت هیچ شرایطی این نظم از میان نرود، رویداد الف که قبل از رویداد ب قرار گرفته هیچ‌گاه از آن پیشی نخواهد گرفت، و رابطه تقدّم و تأخّر میان آن دو تعویض نخواهد شد. از این رابطه تعبیر به «ویژگی نامتقارنی» می‌شود؛ زیرا رابطه رویداد الف با ب قبلیت است و رابطه رویداد ب با الف بعدیت است. بنابراین رابطه زمانی‌ای که الف با ب دارد، ب با الف ندارد و به‌عکس؛ این یعنی عدم تقارن در زمان. توجه به معنای رابطه متقارن در این میان به وضوح مطلب کمک می‌کند. به‌عنوان مثال دو جسم که در فضا در مجاورت هم قرار دارند به‌لحاظ مجاورت در مکان رابطه‌ای متقارن دارند، زیرا همان‌طور که جسم الف در مجاورت مکانی جسم ب است، جسم ب نیز در مجاورت مکانی الف است. به‌همین ترتیب ممکن است زمان از ویژگی عدم تقارن بی‌بهره شود و امکان برقراری رابطه‌ای متقارن، به‌لحاظ زمانی، میان رویدادها به‌وجود آید؛ در این صورت اگر رویداد الف رابطه قبلیت با ب دارد، رویداد ب نیز می‌تواند همین رابطه را با الف برقرار کند و به‌عکس. به زبان دیگر هیچ قبلیت و بعدیت مطلق به‌لحاظ زمانی وجود ندارد و این تعبیر دیگری است از مطلق نبودن زمان.

۱۵. گودل از دو نوع جهان دوار سخن می‌گوید:

جهان‌های دوار ایستا (static) و جهان‌های دوار درحال انبساط (dynamic). آنچه مبنای سخن گودل و استدلال‌های اوست - هم در ۱۹۴۹a و هم در C1 - جهان‌های دوار ایستا است.

۱۶. کانت در باب نحوه وجود ایده‌های زمان و مکان سه احتمال را مطرح می‌کند:

۱. موجوداتی در کنار سایر اشیاء

۲. به‌عنوان روابطی میان اشیاء

۳. صور شهود حسی ما.

قول اول مستلزم این است که برای زمان و مکان وجودی جداگانه قائل شویم سوای وجود اشیاء دیگر، به‌نحوی که اشیاء دیگر در آن قرار دارند. اما اگر شرط وجود اشیاء دیگر این است که در زمان و مکان قرار داشته باشند، پس خود زمان و مکان باید لاشیء باشند؛ زیرا به معنایی که موجودات دیگر وجود دارند آن‌ها (زمان و مکان) نمی‌توانند وجود داشته باشند.

قول دوم محذوریت قول اول را ندارد ولی قطعیت و یقینی بودن گزاره‌های ریاضی را توجیه نمی‌کند؛ زیرا چنین قطعیتی هرگز نمی‌تواند به‌نحو پسینی به‌دست آید.

فقط قول سوم است که هم استلزام هر تجربه‌ای را به زمان و مکان توجیه می‌کند، و هم قطعیت گزاره‌های ریاضی را به‌دست می‌دهد (کانت، ۱۳۸۳، صص ۴-۱۲۳؛ B56 B57).

نکته قابل ذکر در این میان این است که اگر گزاره‌های ریاضی را یقینی ندانیم، و به عبارتی در نسبت دادن آن‌ها به اعیان یقینی نداشته باشیم (وضعی که در ریاضیات و گسترش آن بعد از کانت رخ داد، مانند هندسه‌های ناقلیدسی)، در واقع یکی از دلایلی که کانت را مجبور کرده قول سوم را اختیار کند از کار افتاده است. از این رو مجالی برای محتمل شمردن قول اول و دوم یافت می‌شود و به دنبال آن جای شک معقولی در اخذ قول سوم - یعنی اینکه زمان و مکان صرفاً صور شهود باشند - باقی می‌ماند. نیز توجه داریم که محتمل شمردن قول اول و دوم به معنی گشوده شدن راهی است برای امیدواری به یافتن نظیری عینی برای ایده‌های زمان و مکان، همان راهی که بر اساس تفسیر گودل نظریه نسبیت اولین گام‌ها را در آن نهاده است.

می‌توان بحث فوق را با سخن آينشتاين در باب نسبت ریاضیات و تجربه نیز مقایسه کرد:

«قضایای ریاضیات تا آنجا که به واقعیت اشاره می‌کنند، یقینی و قطعی نیستند و در آن حد که مسلم و یقینی هستند با واقعیت کاری ندارند» (آينشتاين، ۱۳۸۴، صص ۸-۸۷).

۱۷. جهان خط یک جسم، منحنی حرکت آن جسم در پیوستار چهاربعدی زمان - مکان است؛ به عبارت دیگر موقعیت جسم، به لحاظ زمانی - مکانی، را در جهان نشان می‌دهد. جهان خط جسم ناظر، موقعیت فیزیکی او در جهان خارج را به دست می‌دهد و بنابراین هر نقطه این جهان خط محل تماس جسم مورد نظر با واقعیت خارجی است و محل دریافت تأثرات فیزیکی از جهان خارج. درباره جهان خط یک جسم در پیوستار چهاربعدی مینکوفسکی، نگاه کنید به نسبیت و مفهوم نسبیت نوشته آينشتاين (۱۳۷۸، ص ۶۳) و آشنایی با نسبیت خاص نوشته رابرت رزینیک (۱۳۸۵، صص ۲۰۵-۲۱۷).

۱۸. اشتاین در مقدمه خود بر دست‌نوشته C1 در مجموعه آثار گودل، درباره تفسیر گودل از اصطلاح «حساسیت» نزد کانت مطالبی آورده است. نگاه کنید به مقدمه اشتاین بر آن متن در مجموعه آثار گودل، (Stein, 1990, p.226).

۱۹. به یاد آوریم مثل افلاطونی و هستی لایتغیر پارمنیدسی را.

فهرست منابع

- ارسطو. (۱۳۸۴). *متافیزیک (مابعدالطبیعه)*. ترجمه شرف‌الدین خراسانی. تهران: مؤسسه انتشارات حکمت، چاپ سوم.
- آگوستین. (۱۳۸۱). *اعترافات قدیس آگوستین*. ترجمه سایه میثمی. ویراسته مصطفی ملکیان.

گودل؛ از نسبیّت تا ایده‌نالیسم سازگاری نسبیّت آینشتاین با فلسفه کانت در باب مسأله زمان ۱۴۱
(Gödel; From Relativity to Idealism The Consistency between ...)

- دفتر پژوهش و نشر سهروردی، چاپ اول.
- آینشتاین، آلبرت. (۱۳۷۸). *نسبیّت و مفهوم نسبیّت*. ترجمه محمدرضا خواجه‌پور. تهران: انتشارات خوارزمی، چاپ دوم.
- _____ (۱۳۸۴). *فیزیک و واقعیت*. ترجمه محمد رضا خواجه‌پور. تهران: انتشارات خوارزمی، چاپ سوم.
- برت، ادوین آرثر. (۱۳۸۰). *مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین*. ترجمه عبدالکریم سروش. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ چهارم.
- بورن، ماکس. (۱۳۸۵). *نظریه نسبیّت آینشتاین*. ترجمه هوشنگ گرمان. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ سوم.
- پوپر، کارل. (۱۳۸۴). *اسطوره چارچوب: در دفاع از علم و عقلانیت*. ترجمه علی پایا. تهران: انتشارات طرح نو، چاپ دوم.
- _____ (۱۳۸۴). *منطق اکتشاف علمی*. ترجمه حسین کمالی. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ سوم.
- رزیک، رابرت. (۱۳۸۵). *آشنایی با نسبیّت خاص*. ترجمه جعفر گودرزی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی، چاپ هفتم.
- کانت، ایمانوئل. (۱۳۷۰). *تمهیدات: مقدمه‌ای بر هر مابعدالطبیعه آینده که به‌عنوان یک علم عرضه شود*. ترجمه غلامعلی حداد عادل. تهران: مرکز نشر دانشگاهی، چاپ دوم.
- _____ (۱۳۸۳). *سنجش خرد ناب*. ترجمه میر شمس‌الدین ادیب سلطانی. تهران: مؤسسه انتشارات امیر کبیر، چاپ دوم.

Encyclopedia of philosophy (2006). Donald M. Borchert, editor in chief. New York: Thomson Gale.

Gödel, Kurt. (1990a). "A Remark about the Relationship Between Relativity Theory and Idealistic Philosophy (1949a)". In S.Feferman et.al (eds).

Gödel's *Collected Works* vol.2. pp. 202-207. Oxford: Oxford University Press.

_____ (1990b). "Some Observations about the Relationship Between Theory of Relativity and Kantian Philosophy (1946/9 C1)". In S.Feferman et.al (eds). *Gödel's Collected Works* vol.3. pp. 247-259. Oxford: Oxford University Press.

Reichenbach, Hans. (1965). *The Theory of Relativity and A Priori Knowledge*. Translated by Maria Reichenbach. California: University of California press.

- Stein, Howard. (1990). "Introductory Note to 1946/9". In S.Feferman et.al (eds). *Gödel's Collected Works* vol.2. pp. 202-229. Oxford: Oxford University Press.
- Mc.Taggart, John. (1908). "The Unreality of Time". *Mind*, 68, pp. 457-474.
- Wang, Hao. (1996). *A Logical Journey; From Gödel to Philosophy*. MIT press.

