

گامی در فلسفه فیزیک
موجبیت و پیش‌بینی

دکتر محمود مختاری

۱۳۹۵



۶۲۱

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

گامی در فلسفه فیزیک: موجبیت و پیش‌بینی

دکتر محمود مختاری

ویراستار: ونوس قدیمی

حروف‌نگار و صفحه‌آرا: سمیرا دهقان

ناظر چاپ: صفر ممیزاد

چاپ اول: ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۱۰۰.۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است.

سرشناسه:	مختاری محمود، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور(ان):	گامی در فلسفه فیزیک: موجبیت و پیش‌بینی / محمود مختاری.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری:	چهارده، ۱۳۸ ص. : شمار (بخش رنگی)، (۵/۱۴×۲۱/۵) س.م.
شابک:	۹۷۸ ۹۶۴ ۴۵۷ ۳۵۸ ۳
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
یادداشت:	کتابنامه، نمایه.
موضوع:	فیزیک -- فلسفه: Physics -- Philosophy: نسبت (فیزیک): Relativity (Physics)
شناسه افزوده:	دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات Shahid Beheshti University, Printing & Publishing Center
رده‌بندی کنگره:	QC ۶۱/۲/ م۳۵۲ ۱۳۹۵
رده‌بندی دیویی:	۵۳۰/۰۱
شماره کتابشناسی ملی:	۳۷۵۴۲۰۸

کد ناشر ۱۰۰۱۷۳۴

www.pub.sbu.ac.ir
unipress@mail.sbu.ac.ir

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار
۱	۱. تحلیل فلسفی رجحیت
۱	۱.۱. مقدمه
۲	۲.۱. تحلیل تجربه گرا به آلی
۴	۳.۱. ارتباط متافیزیک و فیزیک
۷	۴.۱. مبانی ضرورت علی
۷	۱.۴.۱. ضرورت علی در فلسفه غربی
۸	۲.۴.۱. ویژگی‌های علل اعدادی
۱۱	۳.۴.۱. ارتباط وجوبی حوادث
۱۳	۵.۱. علیت و پیش‌بینی
۱۷	۲. موجیت فیزیکی
۱۷	۱.۲. مقدمه
۱۷	۲.۲. رابطه علی و روابط علمی
۱۹	۱.۲.۲. علیت و حالت‌های سیستم
۲۰	۲.۲.۲. علیت و معادلات دیفرانسیل
۲۰	۳.۲.۲. علیت و بستگی تابعی
۲۱	۴.۲.۲. علیت و مقادیر مشاهدتی
۲۲	۵.۲.۲. علیت و کنش تأخیری

۲۳	۳.۲. موجبیت لاپلاسی
۲۵	۴.۲. موجبیت و پیش‌بینی‌پذیری
۲۷	۵.۲. رونوشت جهان و موجبیت پیچیده
۲۷	۱.۵.۲. ایده رونوشت جهان
۲۸	۲.۵.۲. موجبیت پیچیده
۳۰	۶.۲. معیار موجبیت فیزیکی
۳۱	۱.۲. مسائل ویژه در موجبیت فیزیکی
۳۱	۱.۱.۲. علّیت و شهود موضعیت
۳۵	۲.۷.۲. جهت زمان و ترتیب حالت‌ها
۳۷	۳.۷.۲. هارونگی زمان و علّیت رو به عقب
۴۱	۳. موجبیت و پیش‌بینی در فیزیک غیرنسبیتی
۴۱	۱.۳. مقدمه
۴۲	۲.۳. مکانیک کلاسیک
۴۳	۱.۲.۳. برخورد ذرات
۴۳	۲.۲.۳. فرار ذرات به بی‌نهایت
۴۶	۳.۲.۳. هجمه از بی‌نهایت
۴۸	۳.۳. سامانه‌های آشوبناک
۴۸	۱.۳.۳. سیستم دینامیکی موجبیتی
۴۹	۲.۳.۳. شرط ضروری آشوب
۵۱	۳.۳.۳. پیش‌بینی‌پذیری بزرگ‌مقیاس
۵۳	۴.۳. مکانیک کوانتومی
۵۴	۱.۴.۳. تحول موجبیتی تابع موج
۵۵	۲.۴.۳. پیش‌بینی‌های آماری
۵۷	۳.۴.۳. مکانیک بوهمی
۵۹	۴.۴.۳. آشوب کوانتومی

۶۱	۴. موجیت و پیش‌بینی در فیزیک نسبیتی
۶۱	۱.۴. مقدمه
۶۱	۲.۴. نسبیت خاص
۶۲	۱.۲.۴. مخروط روابط علی
۶۴	۲.۲.۴. دامنه بستگی و سطح کوشی
۶۶	۳.۲.۴. پیش‌بینی در نسبیت خاص
۶۹	۴. مکانیک کوانتومی نسبیتی
۷۲	۴.۴. نسبیت عام
۷۳	۱.۴.۴. نسبیت علی فضا-زمان
۷۶	۲.۴.۴. همه‌چیز نسبیتی عام
۷۹	۳.۴.۴. استدلال حده
۸۱	۴.۴.۴. تکنیکی‌ها
۸۵	۵.۴.۴. پیش‌بینی در نسبیت عام
۸۹	۵. پیش‌بینی در کیهان‌شناسی
۸۹	۱.۵. مقدمه
۹۱	۲.۵. افق‌های کیهانی
۹۴	۳.۵. مسئله افق
۹۷	۴.۵. تعمیم و تبیین مشاهدات
۹۸	۱.۴.۵. اصل کیهان‌شناختی
۱۰۰	۲.۴.۵. اصل انسان‌محوری
۱۰۲	۵.۵. انرژی تاریک در جهان تندشونده
۱۰۷	۶. سرنوشت پیش‌بینی‌ناپذیر جهان
۱۰۷	۱.۶. مقدمه
۱۰۸	۲.۶. پیش‌بینی لارنس کراس
۱۱۱	۳.۶. مبانی تحلیل کراس

۴.۶. نقد ادعای پایان کیهان‌شناسی ۱۱۴

۵.۶. نقد پیش‌فرض‌های کراس ۱۱۷

۶.۶. سرنوشت پیش‌بینی ناپذیر جهان ۱۲۳

منابع ۱۲۷

واژه‌نامه توصیفی ۱۳۳

نمایه ۱۳۷

www.ketab.ir

پیشگفتار

فلسفه فیزیک به مطالعه مسائل فلسفی علم فیزیک می پردازد. باتوجه به اینکه فیزیک مدرن با نظریه نسبیت اینشتین و مکانیک کوانتومی شناخته می شود، مسائل فلسفی این دو حوزه بحث بزرگی از فلسفه فیزیک مدرن را تشکیل می دهند: ماهیت فضا-زمان، علیت، موضوعیت، اندازه گیری و ...

از پرسش های اساسی در فلسفه فیزیک این است که آیا رویدادها و پدیده های جهان ضرورت و وجوب دارند و اگر جهان موجبیتی است، این وجوب و ضرورت رویدادها از چیست. آیا حالت فعلی جهان به تنهایی منشأ وجوب رویدادهای بعدی است، یا قوانین طبیعت به تنهایی، یا حالت فعلی جهان به علاوه قوانین طبیعت؟

بنابر بیان مشهور لاپلاس، در جهان موجبیتی، حالت فعلی جهان حالت آن را در هر زمان دیگری کامل و منحصر به فرد تعیین می کند. پس جهان تحت حاکمیت موجبیت است اگر و فقط اگر با داشتن حالت مشخص اشیا در یک زمان، چگونگی تحول اشیا پس از آن، بر اساس قوانین طبیعت قطعی شود. اما آیا این شرط واقعاً لازم و کافی است؟ تحقیق درباره این شرط، چگونه ممکن است؟ آیا علم فیزیک می تواند عهده دار بررسی تحقق این شرط باشد؟

نکته اساسی در تحلیل و بررسی موجبیت جهان، تفکیک جنبه هستی شناختی مسئله از جنبه معرفت شناختی آن است که به موضوع پیش بینی رویدادها در علم فیزیک مربوط می شود. ضرورت رویدادهای جهان بر اساس اصل عام علیت توجیه پذیر است و آنچه به هر رویدادی وجوب یا ضرورت می بخشد، علت آن است. اما بدیهی است

بررسی ضرورت هستی‌شناختی پدیده‌های جهان، با رجوع به نظریه‌های فیزیک، ممکن نیست. نظریه‌های فیزیک فقط تصویری از روابط شناخته‌شده میان رویدادهایند و آنچه علت یک معلول معرفی می‌شود، در چارچوب یک قانون فیزیکی، موقتی است. این واقعیت هنگام جایگزینی یک نظریه یا مدل فیزیکی با نظریه یا مدلی دیگر، بهتر بروز می‌کند. تحول مدل‌ها و نظریه‌ها در فیزیک، نشان می‌دهد آنچه علت یک رویداد در نظر گرفته می‌شده، علت آن (به معنای فلسفی) نبوده است.

با این نتیجه بررسی نظریه‌های گوناگون فیزیک، فقط نشان‌دهنده وضعیت صورت‌بندی‌های علمی از رابطه علت و معلول و نیز موجبیت در جهان فیزیکی خواهد بود و مشخص خواهد کرد که این نظریه‌ها در ارائه تصویری علی و موجبیتی از جهان، تا چه اندازه موفق بوده‌اند. به طور مثال، نگرش رایج در مکانیک کوانتومی رویکردی غیرعلی و ناموجبیتی است. ه. چنین بخش‌هایی از فیزیک نیوتنی نیز نشان‌دهنده وضعیتی ناموجبیتی در این حوزه است؛ زیرا از آنجاکه در فیزیک نیوتنی، حد بالایی برای سرعت انتشار وجود ندارد، رویدادهای خیلی دور از سیستم نیز ممکن است تأثیر لحظه‌ای و محاسبه‌نشده‌ای بر سیستم فیزیکی داشته باشند، که این مسئله می‌تواند تحول موجبیتی سیستم را مختل کند. بدین‌سان می‌توان گفت که نظریه‌هایی همچون فیزیک نیوتنی و مکانیک کوانتومی، از دیدگاه مدل‌سازی موجبیتی جهان، نظریه‌هایی موفق و کامل نیستند و باید با نظریه‌های علی و موجبیتی جایگزین شوند. نظریه نسبیت خاص نظریه موجبیتی موفقی تلقی می‌شود، درحالی‌که نظریه نسبیت عام با مشکلاتی در این باره مواجه است که بیشتر ناشی از وجود تکینگی‌ها و بی‌حسی‌های فضایی است.

تأکید بر تمایز دو مفهوم «موجبیت و پیش‌بینی‌پذیری»، در بررسی نظریه‌های گوناگون فیزیک، مکانیک کوانتومی، سامانه‌های آشوبناک (آشوبی)، نظریه نسبیت و کیهان‌شناسی بسیار تعیین‌کننده است. مثلاً در مدل استاندارد کیهان‌شناسی نوین،

تحول جهان موجبیتی است، اما یک عدم قطعیت اساسی در پیش‌بینی سرنوشت جهان وجود دارد. در واقع، نقص نظریه در توصیف انبساط تندشونده جهان و وابستگی پیش‌بینی‌ها به یک هویت نه‌چندان معلوم به نام «انرژی تاریک» منجر به این پیش‌بینی ناپذیری می‌شود.



هدف از تألیف این کتاب، برداشتن گامی در فلسفه فیزیک برای معرفی و بررسی فلسفی در موضوع بسیار مهم و مرتبط در فیزیک مدرن، موجبیت و پیش‌بینی، بوده است. رویکرد برگزیده برای تحقق این هدف، اصولاً برپایه تبیین فلسفه علّیت و تحلیل مفهوم موجبیت فلسفی است تا بر این اساس، مؤلفه‌های اساسی موجبیت و پیش‌بینی علمی در نظریه‌های فیزیک معاصر بررسی شوند.

فصل اول کتاب دربرگیرنده تحلیلی از مبانی فلسفی علّیت، موجبیت و پیش‌بینی است. در فصل دوم، موجبیت فیزیکی، مسائل ویژه آن بررسی می‌شود. فصل سوم به فیزیک غیرنسبیتی اختصاص دارد و شامل مباحث موجبیت در مکانیک نیوتنی، سامانه‌های آشوبناک و نیز مکانیک کوانتومی است. در فصل چهارم، فیزیک نسبیتی از نظر ساختار علی-فضا-زمان، موجبیت و نیز پیش‌بینی بررسی می‌شود. این فصل محل بحث نظریه‌های نسبیت خاص، کوانتم نسبیتی و نسبیت عام خواهد بود. اصول فلسفی کیهان‌شناسی مدرن و به‌ویژه پیش‌بینی‌های درخشان، شناختی در جهان موجبیتی، در فصل پنجم تحلیل می‌شود. در فصل ششم، به مسئله پیش‌بینی سرنوشت جهان فیزیکی در حال انبساط با شتاب مثبت و نیز نقد تعابیر فراعلمی آن پرداخته می‌شود.

مخاطبان اصلی این کتاب دانشجویان و پژوهشگران فیزیک و فلسفه فیزیک اند، اما مباحث آن برای دیگر دانشجویان و علاقه‌مندان به فلسفه علم نیز مفید است. در پایان خداوند را شکر می‌گوییم و سپاسگزار بندگان خوبش هستیم: بیش از همه

پدر و مادر عزیزم، که تمام عمر را به عشق آنان زندگی کرده‌ام، اگر دعای آنان نبود هیچ نداشتم و هیچ برایشان ندارم به‌جز ارادت و خاکساری. و نیز از همسر و فرزند عزیزم؛ خواهران مهربانم؛ استاد ارجمندم جناب آقای دکتر مهدی گلشنی و همچنین آقای دکتر صمد خاکشورنیا سپاسگزارم.

از پسر عموی عزیزم، آقای داریوش مختاری، بسیار سپاسگزارم که با طراحی زیبای بسم الله آغازین کتاب و دراختیارنهادن طرح اصلی جلد به من افتخار دادند. همچنین از ریاست محترم و همکاران بزرگوار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، شورای داوری کتاب و نیز مدیریت محترم انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، قدردانی می‌کنم.

محمود مختاری

۱۳۹۵