

# فلسفه اختر فیزیک

ستارگان، شبیه‌سازی‌ها و تلاش برای تعیین آنچه در آنجا وجود دارد

ویراستاران:

نورا میلز بوید

سیسکا د باردماکر

کوین هنگ

وراماترز

مترجم:

جمشید قنبری

عنوان و نام پدیدآور:	فلسفه اختر فیزیک: ستارگان، شبیه‌سازی‌ها و تلاش برای تعیین آنچه در آنجا وجود دارد/ ویراستاران نورا میلز بوید... [و دیگران] مترجم جمشید قنبری.
مشخصات نشر:	جهاد دانشگاهی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری:	۳۸۰ ص.
فروست:	انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ شماره نشر ۶۱۶.
شابک:	978-964-324-557-3
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	عنوان اصلی: Philosophy of astrophysics : stars, simulations, and the struggle to determine what is out there.
یادداشت:	ویراستاران نورا میلز بوید، سیسکا د باردماکر، کوین هنگ، وراماترز.
عنوان دیگر:	ستارگان، شبیه‌سازی‌ها و تلاش برای تعیین آنچه در آنجا وجود دارد.
موضوع:	فیزیک نجومی — فلسفه Astrophysics -- Philosophy نجوم — رصدها Astronomy -- Observations شناخت (فلسفه) Knowledge, Theory of مولکول‌ها — مدل‌ها Molecules -- Models فلسفه و علم Philosophy and science علوم — فلسفه Science -- Philosophy بوید، نورا میلز Boyd, Nora Mills
شناسه افزوده:	قنبری، جمشید، ۱۳۲۸ - مترجم
شناسه افزوده:	QB۴۶۱
شناسه افزوده:	۶۲۹/۴۵۵
رده بندی کنگره:	۹۹۲۰۹۹۰
رده بندی دیویی:	
شماره کتابشناسی ملی:	



### انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، سازمان مرکزی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

ص.ب. ۹۱۷۷۵-۱۳۷۶ تلفن: ۳۱۹۹۷۳۲۱ دفتر پخش: ۳۱۹۹۷۳۲۶

کتابفروشی یک: ۳۸۴۱۸۰۷۰ کتابفروشی دو: ۳۱۹۹۷۳۲۷ کتابفروشی سه: ۳۱۹۹۷۲۲۰

info@jdmppress.com

www.jdmppress.com

### فلسفه اختر فیزیک؛ ستارگان، شبیه‌سازی‌ها و تلاش برای تعیین آنچه در آنجا وجود دارد

ویراستاران: نورا میلز بوید؛ سیسکا د باردماکر؛ کوین هنگ و وراماترز / مترجم: دکتر جمشید قنبری

آماده‌سازی و صفحه‌آرایی: رضانیک‌ذات؛ واحد فنی دفتر نشر

نسخه الکترونیکی / ویراست اول / ۱۴۰۳ / شماره نشر ۶۱۶

ISBN: 978-964-324-557-3

شابک ۳-۵۵۷-۳۲۴-۹۶۴-۹۷۸

تمامی حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

قیمت: ۹۵۰/۰۰۰ ریال

## به نام خداوند جان و خرد

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد بر این باور است که نخستین گام در راه بهبود ساختارهای اقتصادی-اجتماعی و توسعه کشور، دستیابی به تازه‌های دانش و نشر یافته‌های پژوهشگران است. کتاب حاضر ششصد و شانزدهمین اثری است که با همین رویکرد منتشر می‌شود. رهنمودهای خوانندگان فرهیخته می‌تواند ما را در ارتقاء سطح کیفی و کمی این آثار یاری نماید.

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

## درباره ویراستاران

**نورا میلزبوید** استادیار فلسفه در کالج سیهنا است. پژوهش‌های او بر تجربه‌گرایی در فلسفه علم، فلسفه آزمایش و فلسفه اخترفیزیک و کیهان‌شناسی تمرکز دارد. او دکتری خود را در تاریخ و فلسفه علم از دانشگاه پیتزبورگ در سال ۲۰۱۸ پس از کار به‌عنوان مهندس پژوهشی در مرکز فیزیک هسته‌ای و اخترفیزیک دانشگاه واشنگتن، دریافت کرد. مقالات علمی او در نشریات فلسفه علم و مطالعات تاریخ و فلسفه فیزیک جدید منتشر شده‌اند. کتاب او با عنوان معرفت‌شناسی فیزیک تجربی توسط انتشارات دانشگاه کمبریج در سال ۲۰۲۱ در مجموعه فلسفه فیزیک منتشر شد.

**سیسکا د باردماکر** پژوهشگر دانشگاه استکهلم است. او بین سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۵ بر روی یک پروژه با کمک مالی Riksbankens Jubileumsfond در زمینه معرفت‌شناسی آزمایش‌هایی را در چارچوب پژوهش‌های ماده تاریک تجربه خواهد کرد. پیش از این، او به‌عنوان پژوهشگر پسادکتری با ریچارد دیوید بر روی تأیید نظریه‌ها در فیزیک بنیادی کار کرده است. او همچنین پروژه‌هایی در زمینه تاریخ کیهان‌شناسی نسبیتی در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ انجام داده است. در آوریل ۲۰۲۰، او دکتری خود در تاریخ و فلسفه علم را از دانشگاه پیتزبورگ دریافت کرد. آثار او در نشریات فلسفه علم، مطالعات در تاریخ و فلسفه فیزیک جدید و هوپوس (Hopos) منتشر شده است. کتاب او با عنوان فلسفه کیهان‌شناسی و اخترفیزیک توسط انتشارات دانشگاه کمبریج در دست انتشار است.

**کوپن هنگ** استاد کرسی اخترفیزیک نظری سیارات فراخورشیدی در دانشگاه لودویگ ماکسی میلیون در مونیخ آلمان است. او استاد افتخاری بخش فیزیک دانشگاه وارویک در بریتانیا نیز می‌باشد. بیشتر، او مدیر مرکز بین‌رشته‌ای فضا و قابلیت اسکان (CSH) در دانشگاه برن سوییس بوده است. او دریافت‌کننده بودجه تثبیت‌کننده شورای تحقیقاتی اروپا (ERC) در سال ۲۰۱۷ و جایزه نویسندگی اخترشناسی چمبلیس از

انجمن نجوم آمریکا (AAS) در سال ۲۰۱۸ است. علاقه اصلی او در نظریه، شبیه‌سازی و پدیدارشناسی جو‌های سیارات فراخورشیدی، شامل انتقال تابش جو، شیمی، دینامیک سیالات، و روش‌های وارونگی داده‌های بیزی است. به تازگی، توجه او به علوم زمین، به ویژه شیمی زمین، جلب شده است زیرا این موضوع در درک نشانه‌های زیستی و موارد کاذب مثبت آن‌ها ضروری است. او نویسنده کتاب جو‌های سیارات فراخورشیدی: مفاهیم نظری و بنیادها (۲۰۱۷) انتشارات دانشگاه پرینستون است. او بیش از ۱۷۰ مقاله مروری در چندین مجله منتشر کرده است که برخی از آن‌ها عبارتند از: مجله اخترفیزیک (APJ)، مجله نجوم (AJ)، اطلاعات ماهانه انجمن سلطنتی نجوم (MNRAS)، نجوم و اخترفیزیک (A&A)، طبیعت (Nature)، نجوم طبیعت (NA)، علوم و غیره؛ همچنین دو مقاله الگوسازی با متخصصان همه‌گیرشناسی منتشر کرده است.

**ورا ماتارز** استاد دستیار پیوسته (RTDb) در فلسفه علم در دانشگاه پروجا در ایتالیا است. پیش از آن، او به‌عنوان محقق پسادکتری در موسسه فلسفه و پژوهشگر همکار در مرکز فضا و قابلیت اسکان در دانشگاه برن فعالیت می‌کرد. او همچنین عضو NCCR Planets بود و در کمیته مدیریت مرکز فضا و قابلیت اسکان خدمت کرده است. ماتارز در پاییز ۲۰۱۹ به‌عنوان محقق مهمان در مرکز فلسفه علم دانشگاه پیتزبورگ و در پاییز ۲۰۲۲ به‌عنوان دریافت‌کننده بورس تحقیقی EPSA برای پیوستن به پروژه FraMEPhys در دانشگاه بیرمنگام بود. تحقیقات او بر روی متافیزیک علم و همچنین روش‌شناسی علم متمرکز است. او نویسنده مقالات متعدد در مجلاتی مانند مطالعات بین‌المللی در فلسفه علم (ISPS)، سینتز، بنیادهای فیزیک (FP)، همچنین یک تک‌نگاری با انتشارات دی گرویر و چند فصل کتاب در کتابخانه سینتز و راتلج است.

# فهرست

پیشگفتار مترجم .....	۱۲
۱. مقدمه .....	۱۳
۱-۱ فلسفه اخترفیزیک تا به امروز .....	۱۴
۲-۱ فلسفه اخترفیزیک در این کتاب .....	۱۷
منابع .....	۲۲
بخش اول: نظریه، مشاهده و رابطه میان آن‌ها	
۲. اخترفیزیک آزمایشگاهی: درس‌هایی برای معرفت‌شناسی اخترفیزیک .....	۲۵
۱-۲ مقدمه .....	۲۵
۲-۲ اخترفیزیک به‌عنوان به‌اصطلاح علم مشاهداتی .....	۲۷
۳-۲ تحقیق آزمایشگاهی ابرنواختر و استدلال‌های شباهت فیزیکی .....	۳۲
۴-۲ توجه به تجربی نه آزمایشی .....	۳۷
۵-۲ درس‌هایی برای معرفت‌شناسی اخترفیزیک .....	۴۴
منابع .....	۴۷
۳. شکافی در مسیر ثابت هابل .....	۴۹
۱-۳ مقدمه .....	۵۰
۲-۳ چگونه ثابت هابل را پیگیری کنیم؟ .....	۵۱
۱-۲-۳ جک و لوییای سحرآمیز: ساختن نردبان فاصله کیهانی در جهان محلی .....	۵۱
۲-۲-۳ ثابت هابل در جهان اولیه .....	۵۴
۳-۳ بحران هابل: داستان دو مقدار .....	۵۵
۱-۳-۳ شکوفایی فن‌های جدید اندازه‌گیری .....	۵۶
۲-۳-۳ هیوستون، ما یک اندازه‌گیری سرکش داریم .....	۵۹

۶۰	۳-۴ آیا باید آن را بحران بنامیم؟
۶۰	۳-۴-۱ از استحکام تا قابلیت اعتماد
۶۴	۳-۴-۲ تفاوت موقتی در مقابل تفاوت باقیمانده
۷۱	۳-۵ نتیجه گیری
۷۲	منابع
۷۵	۴. آزمون نظریه‌ها در اختر فیزیک امواج گرانشی
۷۶	۴-۱ مقدمه
۷۸	۴-۲ چالش‌های معرفت‌شناسی برای آزمون نظریه
۸۳	۴-۳ آزمون نسبیّت عام
۸۸	۴-۴ آزمون نظریه فراتر از رویدادهای جداگانه
۹۰	۴-۴-۱ کانال‌های تشکیل سیاهچاله‌های دوتایی
۹۲	۴-۴-۲ اندازه گیری ثابت هابل
۹۶	۴-۵ نتیجه گیری
۱۰۰	منابع
۱۰۲	۵. غنی سازی ترکیبی نظریه و مشاهده در هم‌نهشت جمعیت ستاره‌ای نسل بعدی
۱۰۳	۵-۱ مقدمه
۱۰۳	۵-۲ هم‌نهشت جمعیت ستاره‌ای در اختر فیزیک
۱۰۷	۵-۳ هم‌نهشت جمعیت نسل بعدی
۱۰۹	۵-۳-۱ بررسی‌های با وضوح بالا و استدلال نظری
۱۰۹	۵-۳-۲ اندازه گیری مبتنی بر الگوی پارامترهای فیزیکی
۱۱۱	۵-۴ نتیجه گیری
۱۱۱	منابع
۱۱۳	۶. بهره‌دهی بیشتر با منابع کمتر: ماده تاریک و گرانش اصلاح شده
۱۱۳	۶-۱ مقدمه
۱۱۶	۶-۲ مسائل توضیحی در نجوم و کیهان‌شناسی
۱۱۸	۶-۳ وحدت و سادگی
۱۲۲	۶-۴ ارزیابی
۱۲۵	۶-۵ درس‌های فلسفی

۱۲۸.....	۶-۶ نتیجه گیری
۱۲۹.....	منابع
بخش دوم: الگوها و شبیه سازی ها	
۱۳۳.....	۷. بررسی مجدد الگوهای ساختار ستاره ای: شواهد و داده ها در اختر لرزه شناسی
۱۳۳.....	۷-۱ سه هدف در فلسفه اختر فیزیک ستاره ای
۱۳۶.....	۷-۲ تاریخچه ای بسیار مختصر از اختر فیزیک ستاره ای
۱۴۰.....	۷-۳ شرایط تخیلی در الگو سازی ساختار ستاره ای
۱۴۳.....	۷-۴ اختر لرزه شناسی: بازنگری در پایه مشاهداتی اختر فیزیک ستاره ای
۱۴۸.....	۷-۵ از پس رفت آزمایشگر به آشیانه الگوساز
۱۵۲.....	۷-۶ نتیجه گیری
۱۵۳.....	منابع
۱۵۵.....	۸ ایده آل سازی ها در شبیه سازی های رایانه ای اختر فیزیکی
۱۵۵.....	۸-۱ مقدمه
۱۵۷.....	۸-۲ چالش های معرفتی در روانشناسی اختر فیزیک
۱۵۹.....	۸-۳ مطالعه موردی: کهکشان های برخوردی حلقوی و شبیه سازی های رایانه ای آن ها
۱۶۱.....	۸-۴ ایده آل سازی ها، آرمان زدایی ها، و بازنمایی در شبیه سازی های رایانه ای اختر فیزیکی
۱۶۲.....	۸-۴-۱ انواع ایده آل سازی ها در شبیه سازی های رایانه ای اختر فیزیکی
۱۶۶.....	۸-۴-۲ ایده آل سازی ها و اهداف شبیه سازی های رایانه ای در اختر فیزیک
۱۶۸.....	۸-۴-۳ ایده آل زدایی و شبیه سازی های رایانه ای در اختر فیزیک
۱۷۲.....	۸-۴-۴ ایده آل سازی ها، ایده آل زدایی ها، و وضعیت معرفتی شبیه سازی ها
۱۷۵.....	۸-۵ نتیجه گیری
۱۷۶.....	منابع
۱۷۸.....	۹. تأیید شبیه سازی در عمل
۱۷۸.....	۹-۱ مقدمه
۱۸۰.....	۹-۲ بررسی کدهای شبیه سازی MHD کهکشانی
۱۸۷.....	۹-۳ ناپایداری های اختلاط سیال و توسعه آزمون
۱۹۱.....	۹-۴ استفاده از فیزیک و محاسبات عددی
۱۹۵.....	۹-۵ نتیجه گیری
۱۹۶.....	منابع



۲۰۰	۱۰. آیا از مقایسه کدها چیزی می‌آموزیم؟ مطالعه موردی پیاده‌سازی‌های ماده تاریک خودبرهم‌کنشگر.....
۲۰۱	۱-۱۰ مقدمه.....
۲۰۳	۲-۱۰ مقایسه کد در اخترفیزیک.....
۲۰۶	۳-۱۰ مقایسه پیاده‌سازی‌های ماده تاریک خودتعاملی.....
۲۰۷	۱-۳-۱۰ SIDM در Gizmo و Arepo.....
۲۰۹	۲-۳-۱۰ روش‌شناسی مقایسه کدهای ما.....
۲۱۱	۳-۳-۱۰ نتایج مقایسه کدهای ما.....
۲۱۲	۴-۱۰ بحث.....
۲۱۲	۱-۴-۱۰ اجتناب از تنش‌ها.....
۲۱۴	۲-۴-۱۰ رویکرد حذفی.....
۲۱۵	۳-۴-۱۰ مقایسه کد به‌عنوان استدلال حذفی.....
۲۱۶	۵-۱۰ نتیجه‌گیری.....
۲۱۶	منابع.....
۲۱۹	۱۱. بازنگری شبیه‌سازی و آزمایش: داده‌های زمانی در نجوم و اخترفیزیک.....
۲۱۹	۱-۱۱ مقدمه.....
۲۲۱	۲-۱۱ معرفت‌شناسی شبیه‌سازی‌ها و آزمایش‌ها.....
۲۲۲	۳-۱۱ مادیت و بازنمایی.....
۲۲۵	۱-۳-۱۱ مداخله و مشاهده.....
۲۲۷	۴-۱۱ شبیه‌سازی در A&A و داده‌های زمانی.....
۲۲۸	۱-۴-۱۱ ماهیت داده‌های زمانی.....
۲۳۰	۲-۴-۱۱ مثال‌ها.....
۲۳۴	۳-۴-۱۱ چالش‌ها.....
۲۳۵	۴-۴-۱۱ بحث.....
۲۳۹	۵-۱۱ نتیجه‌گیری.....
۲۴۰	منابع.....
۲۴۲	۱۲. در یک بررسی چه چیزی وجود دارد؟ آثار انتخاب ناشی از شبیه‌سازی القایی در نجوم.....
۲۴۳	۱-۱۲ مقدمه.....
۲۴۶	۲-۱۲ اثرات انتخاب در اخترفیزیک.....
۲۵۲	۳-۱۲ مطالعه موردی: چه چیزی فعالیت اخروش را تحریک می‌کند؟.....
۲۵۸	۴-۱۲ نتیجه‌گیری.....
۲۵۸	منابع.....

بخش سوم: سیاهچاله‌ها

۲۶۲	۱۳. درباره معرفت‌شناسی اخترفیزیک سیاهچاله رصدی
۲۶۲	۱-۱۳ مقدمه
۲۶۵	۲-۱۳ دسترسی معرفتی به سیاهچاله‌ها
۲۶۵	۱-۲-۱۳ بدون مداخله در سیاهچاله‌ها
۲۶۹	۲-۱۳ مشاهده‌پذیری غیرمستقیم سیاهچاله‌ها
۲۷۳	۳-۱۳ تفسیر بسیاری از تعاریف سیاهچاله‌ها
۲۷۴	۱-۳-۱۳ مفاهیم خوشه‌ای، چشم‌اندازها، و سایر واکنش‌های احتمالی به تعاریف بسیاری از سیاهچاله‌ها
۲۷۷	۲-۳-۱۳ روابط بین تعاریف مختلف سیاهچاله‌ها
۲۷۹	۳-۳-۱۳ پیامدهای روابط بین بسیاری از تعاریف
۲۸۰	۴-۱۳ مقیاس‌های زمانی دینامیکی کوتاه
۲۸۱	۱-۴-۱۳ مقیاس‌های زمانی در اخترفیزیک سیاهچاله
۲۸۴	۲-۴-۱۳ پیامدهای مقیاس‌های زمانی دینامیکی کوتاه
۲۸۵	۵-۱۳ نتیجه‌گیری
۲۸۶	منابع
۲۸۹	۱۴. سیاهچاله‌ها و قیاس
۲۹۰	۱-۱۴ مقدمه
۲۹۲	۲-۱۴ دو قیاس در فیزیک سیاهچاله‌های معاصر
۲۹۲	۱-۲-۱۴ استدلال قیاسی
۲۹۴	۱-۲-۱۴ گرانشی قیاسی
۲۹۹	۳-۲-۱۴ ترمودینامیک سیاهچاله‌ها
۳۰۶	۳-۱۴ رابطه بین آن‌ها چیست؟
۳۰۸	۱-۳-۱۴ صورت‌بندی ساده‌لوحانه
۳۱۰	۲-۳-۱۴ صورت‌گرایی پیشرفته
۳۱۳	۳-۳-۱۴ کلاسیک‌گرایی
۳۱۵	۴-۱۴ نتیجه‌گیری
۳۱۶	منابع
۳۲۰	۱۵. واقعیت فراکهکشانی بازنگری‌شده؛ اخترفیزیک و واقعیت‌گرایی موجودیتی
۳۲۱	۱-۱۵ مقدمه
۳۲۳	۲-۱۵ واقع‌گرایی موجودیتی

۳۲۴	..... نظریه دستکاری هکینگ ۱-۲-۱۵
۳۲۵	..... نظریه علی- توضیحی کارترایت ۲-۲-۱۵
۳۲۶	..... واقع گرایی نیمه واقعی چاکراواری ۳-۲-۱۵
۳۲۷	..... سیاهچاله‌های اخت‌فیزیکی ۳-۱۵
۳۲۸	..... کشف سیاهچاله‌ها ۱-۳-۱۵
۳۳۲	..... واقع گرایی سیاهچاله؟ ۴-۱۵
۳۳۲	..... کارترایت ۱-۴-۱۵
۳۳۵	..... چاکراواری ۲-۴-۱۵
۳۳۷	..... نکات پایانی ۵-۱۵
۳۳۸	..... منابع

بخش چهارم: اندیشه‌های پایانی

۳۴۱	..... ۱۶. تفکرات یک اخت‌فیزیکدان نظری ۳۴۱
۳۴۷	..... منابع ۳۴۷
۳۴۹	..... ۱۷. کتاب‌شناسی تفسیری ۳۴۹
۳۴۹	..... ۱-۱۷ مقدمه ۳۴۹
۳۵۱	..... ۲-۱۷ روش‌شناسی‌ها در اخت‌فیزیک ۳۵۱
۳۵۶	..... ۳-۱۷ الگوها و شبیه‌سازی‌ها ۳۵۶
۳۶۳	..... ۴-۱۷ واقع گرایی و ضد واقع گرایی ۳۶۳
۳۶۵	..... ۵-۱۷ نظریه‌ها و آزمایش‌ها ۳۶۵
۳۷۱	..... ۶-۱۷ SSK و مسائل اجتماعی ۳۷۱
۳۷۶	..... ۷-۱۷ معمولیت و موجودات فرازمینی ۳۷۶
۳۷۷	..... ۸-۱۷ ماده تاریک و MOND ۳۷۷

## پیشگفتار مترجم

مجموعه حاضر اولین کتاب در زمینه فلسفه اخترفیزیک است که توسط تعدادی از نویسندگان باتجربه و آشنا به اخترفیزیک، کیهان‌شناسی و فلسفه نگارش شده است.

توجه نویسندگان به موارد گوناگون مشاهده‌ای و نظری در زمینه اخترفیزیک، سبب شده است تا این مجموعه به‌عنوان مرجعی معتبر در اختیار علاقه‌مندان و افرادی که در زمینه فلسفه اخترفیزیک کار می‌کنند، قرار گیرد.

نحوه نگارش و تدوین مطالب به گونه‌ای است که هر دو گروه علاقه‌مند به اخترفیزیک و فلسفه را به سمت نگرش جدیدی در زمینه فلسفه اخترفیزیک هدایت می‌کند. متخصصانی که در زمینه اخترفیزیک و کیهان‌شناسی کار می‌کنند مطمئناً از مطالعه کتاب بهره‌وافر و نصیبتان خواهد شد. این کتاب می‌تواند برای دانشجویان ارشد و دکتری نجوم و اخترفیزیک و کلیه علاقه‌مندان به نجوم و فلسفه مفید باشد.

از انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد نهایت سپاسگزاری را دارم که انتشار کتاب را عهده‌دار شدند تا راه جدیدی برای نگاه به جهان گشوده شود. در این راستا، توجه وافر سرکار خانم رحمانی در تایپ کتاب شایسته قدردانی است. از آقای حامد محی‌الدین که در بازخوانی و اصلاح اغلاط تایپی کتاب به‌طور مداوم همراهی‌ام کرد، نیز بسیار سپاسگزارم.

دکتر جمشید قنبری

استادتمام اخترفیزیک دانشگاه‌های خیام و فردوسی مشهد

[j.ghanbari@khayyam.ac.ir](mailto:j.ghanbari@khayyam.ac.ir)

[ghanbari@um.ac.ir](mailto:ghanbari@um.ac.ir)