

استیفن هاوکینگ

مروری بر تاریخ زمان

روایتی هیجان‌انگیز از جهان هستی
بیگ بنگ تا سرنوشت نهایی
سفر به درون سیاه‌چاله‌ها
زمان و نقش آن در این جهان

ترجمه: مهندس غلامرضا تفقیدی محمدیان



شابک: ۹۶۴-۸۰۷۸-۱۰-۶-۱۰-۶ ISBN 964-8078

Hawking, Stephen William

هاوکینگ، استیون، ویلیام، ۱۹۴۲ -

مروری بر تاریخ زمان: روایتی هیجان‌انگیز از جهان هستی، بیگ بنگ تا سرنوشت نهایی، سفر به درون سیاه‌چاله‌ها، زمان و نقش آن در این جهان / استیفن هاوکینگ؛ ترجمه غلامرضا تفقیدی محمدیان، ویراستار: محمدی خمک، جواد. - مشهد: دانشوران توس، ۱۳۸۴.

۲۲۴ ص: مصور

ISBN 964-8078 -10-6 ریال ۱۶۰۰۰

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیبا

A brief history of time

عنوان اصلی:

نمایه.

۱. کیهان‌شناسی. الف. تفقیدی، محمدیان، غلامرضا، ۱۳۲۶ - مترجم. ب. محمدی خمک، جواد،

۱۳۲۵ - ویراستار. ج. عنوان.

۵۲۳/۱

QB ۹۸۱ ۵۲

۱۳۸۴

۳۷۵۶۷-۸۴م

کتابخانه ملی ایران



انجمن فارغ التحصیلان دانشگاه‌های مشهد، تلفن و نمابر

مشهد، بلوار سجاد، نبش یاسمن، انجمن فارغ التحصیلان دانشگاه‌های مشهد، تلفن و نمابر ۷۶۱۷۹۹۲ پیام‌نگار: daneshvarantoos@yahoo.com

مروری بر تاریخ زمان

نویسنده: استیفن هاوکینگ

مترجم: مهندس غلامرضا تفقیدی محمدیان

ویراستار: جواد محمدی خمک (سکایی سیستانی)

نوبت چاپ: اول

حروفچینی و صفحه‌آرایی: فاطمه عطایی

لیتوگرافی: شبرنگ، تلفن: ۰۵۱۱-۸۴۲۷۹۲۰

چاپ و صحافی: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی

قطع: وزیری (۲۲۴ صفحه)

تاریخ انتشار: زمستان ۱۳۸۴

شمارگان: ۳۰۰۰ قیمت ۱۶۰۰۰ ریال

حق چاپ محفوظ است

شابک: ۹۶۴-۸۰۷۸-۱۰-۶ ISBN 964-8078 -10-6

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۵	سخنی با خوانندگان محترم
۸	پیشگفتار نویسنده
۱۱	نقدی بر کتاب مروری بر تاریخ زمان
۱۴	فصل اول: تصویر ما از جهان هستی
۳۰	فصل دوم: فضا و زمان
۵۲	فصل سوم: جهان در حال انبساط
۷۲	فصل چهارم: اصل تردید
۸۳	فصل پنجم: ذرات بنیادین و نیروهای طبیعی
۱۰۴	فصل ششم: سیاه‌چاله یا حفره سیاه
۱۲۶	فصل هفتم: حفره‌های سیاه چندان هم سیاه نیستند
۱۴۳	فصل هشتم: مبدأ و سرنوشت جهان هستی
۱۷۶	فصل نهم: بُردار زمان
۱۸۹	فصل دهم: یگانه‌سازی در فیزیک
۲۰۷	خلاصه مطالب
۲۱۳	فهرست تعاریف
۲۲۱	فهرست نامها

به نام آنکه هستی نام ازو یافت

سخنی با خوانندگان محترم

کتابی که ترجمه آن تقدیم حضور است نتیجه تلاشی است شگفت‌انگیز از مغز متفکری که سعی داشته‌است تا پیچیده‌ترین اسرار هستی را که درک آن به دانش وسیعی در ریاضیات و علوم جدید نیاز دارد، با زبانی حتی الامکان ساده برای همه کسانی که مشتاقانه به دنبال پاسخی به خیل سؤالات خود در زمینه آفرینش جهان هستی می‌باشند، بیان نماید. مسلماً بحث در خصوص موضوعاتی همچون ذرات بنیادین و اجرام سماوی و بیان فرضیات درباره چگونگی پیدایش جهان و پیش‌بینی چگونگی پایان آن و از طرفی طرح یک تئوری جدید که بتواند بطور جامع و فراگیر تمام رخدادهای هستی را در یک قانون واحد پاسخگو باشد و بسیاری از موضوعات این چنینی، چیزی نیست که بسادگی قابل درک باشد و این تنها تسلط و دانش وسیع نویسنده را می‌رساند که توانسته است چنین مطالب پیچیده‌ای را با زبانی شیرین و ساده به رشته تحریر درآورد.

خواننده عزیز! صفحات و فصول اولیه این کتاب با مطالب ساده درباره نجوم و فیزیک آغاز و بتدریج موضوع کمی مشکل می‌شود. مسلماً این، یک کتاب رمان نیست و کاملاً جنبه علمی دارد، لذا خواهشمند است اگر در قسمتی از کتاب با مشکل درک مطلب مواجه می‌شوید هرگز نومید نشوید و آن قسمت را چند بار مرور کنید و اگر هم تفهیم نشد مطمئن باشید در صفحات بعد، با توضیحات بیشتر نویسنده، مطلب برایتان روشن می‌گردد و آنگاه متوجه می‌شوید آنچه را که به دست آورده‌اید به همه زحمات و ممارستی که انجام داده‌اید، می‌ارزد.

در لابلای مطالب این کتاب و در همه جای آن شما قدرت لایزال خداوندی را در خلق جهان هستی بوضوح ملاحظه خواهید کرد و می‌بینید که نویسنده کتاب، با اعتقاد کامل به خالق جهان، تنها در تلاش است که چگونگی احاطه او را بر شکل‌گیری نظام هستی با کمک تئوریهای فیزیک مورد بررسی و تحقیق قرار دهد. آیا خداوند، جهان را به همراه یک سری قوانین آفرید و سرنوشت هستی را به دست این قوانین سپرد؟ یا اینکه خود مداوماً در تحولات این جهان دخالت دارد و یا ترکیبی از این دو احتمال بر نظام هستی حاکم است؟ اینها گوشه‌ای از مطالبی است که در این کتاب مورد بحث قرار گرفته است. امید است خوانندگان عزیز که نخستین چاپ کتاب را مطالعه می‌کنند چنانچه نواقصی در خصوص کیفیت ترجمه و وجود اشتباهات ملاحظه می‌فرمایند بر این کوچک منت نهاده از طریق نشانی الکترونیکی اینجانب یا با نوشتن نامه به نشانی ناشر محترم راهنمایم فرمایند تا در چاپهای بعدی ملحوظ گردد. باشد که در این راه مشترکاً خدمتی ناچیز به غنای فرهنگی کشور عزیزمان در زمینه علوم جدید کرده باشیم.

در اینجا لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ سرکار خانم معصومه تاتاری که ویرایش مرحله اول را انجام داده‌اند و مخصوصاً استاد دانشمند جناب آقای جواد محمدی خرمک که با دقت و علاقه وصف‌ناپذیری چندین بار ویرایشهای بعدی را انجام داده‌اند و در این راه زحمات زیادی متحمل شده‌اند، سپاسگزاری کنم. همچنین از جناب آقای دکتر هادی سوالونی استاد دانشگاه تهران و متخصص در علوم فیزیک هسته‌ای و نور که در انتخاب برابره‌های فارسی در مقابل اصطلاحات انگلیسی، مرا یاری کرده‌اند تشکر می‌کنم. از فرزندان عزیزم حسین که متن انگلیسی این کتاب را معرفی و مشوق من برای ترجمه آن می‌باشد و از مهندس علیرضا بمانی که در کارهای رایانه‌ای و آرایش کتاب تلاش بی‌شائبه‌ای داشته است ممنونم.

با عنایت به اینکه امروزه در محیط دانشگاههای کشور در جهت جایگزینی واژه‌های فارسی بجای واژگان زبانهای بیگانه یا عربی، اهتمام شایانی وجود دارد و برخی از این لغات ممکن است هنوز وارد زبان عامه مردم نشده باشد لذا اینجانب سعی کرده‌ام در

جای جای این کتاب از اصطلاحات قدیم و واژه‌های برساخته فارسی متناوباً طوری استفاده کنم که مفهوم هردو برای خواننده محترم روشن شود، مانند: بسامد = فرکانس یا سیاه‌چاله = حفره سیاه و غیره. بدیهی است چنانچه این ترجمه تا اندازه‌ای کم نقص به نظر می‌رسد بلاشک نتیجه اهتمام و تلاش عزیزانی است که در بالا از آنها سپاسگزاری شد و اگر عیبی در کار وجود دارد مربوط به شخص اینجانب است که با راهنمایی خوانندگان عزیز در چاپهای بعدی به رفع آنها خواهم پرداخت. در خاتمه از زحمات مؤسسه انتشارات دانشوران توس وابسته به انجمن فارغ التحصیلان دانشگاه‌های مشهد که چاپ این کتاب را به عهده گرفته‌اند نیز تشکر می‌نمایم.

مهندس غلامرضا تقّدی محمدیان

پیشگفتار نویسنده

پس از برگزاری سخنرانی در دانشگاه هاروارد آمریکا، در سال ۱۹۸۲ بر آن شدم تا کتاب جامعی دربارهٔ زمان و فضا به رشتهٔ تحریر در آورم. البته قبلاً کتابهای زیادی در خصوص جهان اولیه و سیاه چاله‌ها نوشته شده بود که بسیاری از آنها مانند «سه دقیقهٔ اول» نوشتهٔ «استیون وینبرگ»^۱ خیلی خوبند و برخی هم چندان جالب نیستند که من در اینجا لازم نمی‌دانم از آنها نام ببرم. با وجود این، احساس کردم در هیچ کدام از این کتابها پاسخی به خیل سؤالاتی که مرا به تحقیق دربارهٔ کیهان‌شناسی و تئوری کوانتم سوق داده بود وجود نداشت. سؤالاتی نظیر اینکه جهان از کجا آمده است؟ چرا و چگونه جهان هستی پیدا شده است؟ و آیا برای این جهان پایانی هست یا نه؟ و غیره. اینها سؤالاتی هستند که برای همهٔ ما می‌تواند جالب باشد، ولی علوم جدید، آنچنان تکنیکی و پیچیده‌اند که تنها معدودی از اشخاص قادر به درک مطالبی هستند که با استفاده از قوانین پیچیدهٔ ریاضی به بحث و تحلیل موضوعات می‌پردازد. با وجود این، مباحث پایه را دربارهٔ پیدایش و سرنوشت جهان هستی می‌توان با زبانی قابل فهم برای عموم مردمی که ریاضیات پیشرفته را هم نمی‌دانند، بیان کرد و این چیزی است که در این کتاب سعی کرده‌ام آن را جامعهٔ عمل پیوشم.

هنگام تألیف کتاب، یکی از دوستانم توصیه کرد که حتی الامکان از بکارگیری فرمولهای ریاضی خودداری کنم و معتقد بود که هر فرمول ریاضی موجب می‌شود تا نیمی از خوانندگان کتاب از دست بروند. بنابراین، سعی کرده‌ام در این کتاب هیچ‌گونه فرمول ریاضی وجود نداشته باشد. گرچه مجبور شدم در چند قسمت از آن اشاره‌ای به فرمول $E = mc^2$ انشتین که معروف خاص و عام است بکنم. امیدوارم این فرمول باعث نشود تا نیمی از خوانندگان کتابم را از دست بدهم.

علی‌رغم معلولیت کامل حاصل از نوعی فلج عصبی که سالهاست گرفتار آنم، در زمینه‌های دیگر بخت با من یار بوده است. کمک و همیاری همسر «چین» و فرزندانم

«رابرت»، «لوسی» و «تیمی» این امکان را فراهم آورده‌است تا زندگی آسوده و راحتی داشته باشم و بتوانم از خود شخصیت علمی موفقی بسازم. همچنین بخت با من یار بود تا اتفاقاً به رشته‌ای از تحصیلات در فیزیک پردازم که تحقیق و استفاده از نتایج حاصل از آن تنها به نیروی دماغی و تخیلات انسان نیاز دارد و در این زمینه به فعالیتهای بدنی نیاز چندانی نیست. البته همکاران دانشگاهی و دانشجویان زیادی در دوران تحصیل و تدریس، در شکل‌گیری بنیه علمی اینجانب تأثیر فراوانی داشته‌اند که برخود لازم می‌دانم با یادآوری نامشان مراتب قدردانی خود را تقدیم آنها کنم. نخست اینکه در بخش فیزیک کلاسیک، دوستانی چون «روجر پن‌روز»^۱، «رابرت گروچ»^۲، «براندن کارتر»^۳ و «جرج الیز» با من همکار بوده‌اند که نتیجه زحمات آنان در کتابی تحت عنوان «ساختمان لایتناهی فضا و زمان» به سال ۱۹۷۳ توسط اینجانب و الیز به رشته تحریر در آمده است. دوم اینکه در مبحث فیزیک کوانتمی، از سال ۱۹۷۴ دوستانی چون «گاری گیلسون»^۴، «دون پیچ»^۵ و «جیم هارتل»^۶ با من تشریک مساعی داشته‌اند. در اینجا لازم می‌دانم از همکاری بی‌دریغ و مساعدتهای شایان توجه آنها و همه شاگردان محقق خود که مرا در این زمینه‌ها یاری کرده‌اند، سپاسگزاری کنم.

در تهیه این کتاب، یکی از شاگردانم به نام «برایان کیت» کمک زیادی به من کرده‌است. در سال ۱۹۸۵ به بیماری ذات‌الریه مبتلا شدم و بدین لحاظ تحت عمل جراحی سیستم تنفسی در قسمت نای قرار گرفتم که در نتیجه آن تارهای صوتی خود را از دست دادم و دیگر قادر به سخن گفتن و مکالمه با دیگران نیستم. این حادثه موجب شد تا تصور کنم کار را بایستی نیمه تمام رها کنم ولی کمکهای برایان کیت در استفاده از یک نرم‌افزار مکالماتی به نام «مرکز زندگی» که توسط «والت ولتوز» از شرکت انتشاراتی «سانی‌ول» کالیفرنیا به من هدیه شده بود، موجب شد تا بتوانم نه تنها نوشته‌های پیشین را مجدداً بررسی

1-Pen Rose Roger

2-Carter Brandon

3-Page Don

4-Hartle Jim

و تصحیح کنم، بلکه کار را نیز ادامه دهم. با استفاده از نرم افزار مزبور و ترکیب‌کننده دیگری، که آن را هم از طرف سانی‌ول دریافت کرده بودم، اینک قادرم هم بنویسم و هم بخوانم. ترکیب‌کننده مزبور به همراه یک رایانه شخصی توسط «دیوید میسون» روی صندلی چرخدار من نصب شده است. این سیستم همه چیز را دگرگون کرده است و در حقیقت، حالا بهتر از دورانی که صدایم را از دست نداده بودم، قادر به مکالمه‌ام. در بهینه‌سازی و تصحیح مطالب کتاب، پس از انتشار چاپ اول نظریات و پیشنهادهای زیادی از اشخاص مختلف دریافت کردم. بیش از همه ناشر کتاب، «پیتر گوتساردی» از مؤسسه انتشاراتی «بانتام بوکز» به دفعات برایم توصیه و اظهار نظرهای مفیدی درباره نکاتی که بایستی توضیحات بیشتری داده شود ارسال داشت. بایستی اذعان کنم که دریافت خیل عظیم این اظهار نظرهای ایشان در ابتدا مرا سخت کلافه کرده بود ولی نهایتاً به این نتیجه رسیدم که حق با گوتساردی بود. مطمئن هستم که اگر در حال حاضر، کتاب خوبی آماده شده است، بیشتر نتیجه توجه دادن ایشان به نکاتی است که پیشتر به آن دقت نکرده بودم.

در خاتمه، لازم می‌دانم از دستیاران خود «کالین ویلیامز»، «دیوید توماس» و «ریموند لاف لایم»^۱ و همچنین منشی‌هایم «جودی فلا»، «آن رالف»، «شری بلینگتون» و «سو میسی» و همچنین اعضای تیم پرستاری و مراقبت‌های پزشکی ام سپاسگزاری نمایم. مسلماً اگر تقبل هزینه‌ها و پشتیبانیهای پزشکی توسط کالج «گانیول و سویز»، مؤسسه تحقیقات مهندسی و علوم و همچنین بنیادهای «لور هولم»، «مک آرتور»، «نوفیلد» و «رالف اسمیت» نبود، به انجام رساندن چنین مهمی برایم امکان‌پذیر نمی‌شد. در اینجا از همه آنها سپاسگزارم.

۲۰ اکتبر ۱۹۸۷

استیفن هاوکینگ

فصل اول

تصویر ما از جهان هستی

زمانی، در یک کنفرانس عمومی، دانشمندی که گفته می‌شود احتمالاً «برتراند راسل»¹ بوده است، دربارهٔ نجوم سخنرانی می‌کرده و شرح می‌داده است که چگونه زمین در مداری به دور خورشید می‌گردد و خورشید نیز به نوبهٔ خود در مداری دیگر به دور مجموعهٔ عظیمی از ستارگان که کهکشان منظومهٔ ما را تشکیل می‌دهند در حرکت است. خانم کوچک اندامی که در عقب سالن نشسته بود ناگهان برخاسته با عصبانیت فریاد می‌زند: آقا اینها که می‌گویند مهملاتی بیش نیست، زمین کاملاً مسطح بوده، بر پشت لاک پشت غول پیکری ساکن است. دانشمند پیش از اینکه پاسخی بدهد لبخندی از تعجب زده آنگاه می‌پرسد: ولی لاک پشت کجا ایستاده است؟ خانم در جواب می‌گوید: مرد جوان! شما ظاهراً خیلی باهوش هستید ولی باید بدانید که آنها ستونی از لاک پشتهای آبی اند که هریک روی دیگری قرار گرفته است و همین‌طور پایین می‌روند.

بیشتر ما مردم معتقدیم که تصویر ارائه شده که در آن جهان روی ستونی از لاک پشتهای قرار گرفته است واقعاً مسخره است ولی چرا فکر می‌کنیم که ما از دیگران بهتر می‌فهمیم؟ ما دربارهٔ جهان هستی چه می‌دانیم و آن را چگونه می‌شناسیم؟ پیدایش آن چگونه بوده است و سرانجامش به کجا خواهد کشید و آیا برای آن پایانی هست؟ بارفعل ابهاماتی که در سالهای اخیر در زمینه‌های مختلف علم فیزیک صورت گرفته است و همزمان

1-Russell Bertrand

جوابهای نو میدکننده مواجه شوند. دانش بشری بطور روز افزون در ژرفنای کیهان و عمق ذرات ریز هستی در حال پیشرفت است.

بهار ۱۹۷۴، دو سال پیش از اینکه سفینه فضا نورد «وایکینگ» روی کره مریخ فرود آید. در همایشی که توسط جامعه سلطنتی لندن تحت عنوان «نوع زندگی در خارج از کره زمین و روش تحقیق در این زمینه» تشکیل شده بود شرکت داشتم. وقت استراحت و صرف قهوه متوجه شدم که در سالن مجاور همایش بزرگتری در جریان است. چون وارد سالن شدم خود را با یکی از مراسم قدیمی مواجه دیدم که عبارت بود از اعطای نشان جامعه سلطنتی انگلستان، که در حقیقت بهترین نشان علمی در سراسر جهان است، به بهترین دانش پژوهان. در ردیف جلو مرد جوانی را دیدم که در یک صندلی چرخدار نشسته بود و به آرامی در حال نوشتن نام خود بر کتابی بود که در صفحات اولیه آن نام اسحاق نیوتون^۱ ثبت شده بود. وقتی کارش تمام شد فریاد تشویق حاضران فضای سالن را یکمرتبه به لرزه در آورد. این مرد جوان استیفن هاوکینگ بود که این گونه مورد تحسین قرار گرفته بود، کسی که این ارجمندی را داشت تا در آینده بعنوان اسطوره‌ای در علوم شناخته شود.

استیفن هاوکینگ، هم اکنون استاد کرسی مکسانیک در دانشکده «لوکاسین»^۲ دانشگاه کمبریج است. این کرسی پیشتر در اختیار دانشمندانی چون اسحاق نیوتون و پی.ای.ام دیراک بود، اولی کاشف معروف قوانین جاذبه درباره اجرام سنگین است و دیگری واضع قوانین ذرات بنیادین. او اینک وارث ارزشمند چنین دانشمندانی است. این کتاب که نخستین نوشته هاوکینگ برای خوانندگان غیر متخصص است، مورد توجه بسیاری از خوانندگان قرار گرفته است، بطوری که پرفروش ترین کتاب در نوع خود شده است. چیزی که در این کتاب بیش از همه توجه انسان را به خود جلب می‌کند، وسعت دانش نویسنده است. ایشان آخرین مرزهای دانش بشری درباره فیزیک، کیهان‌شناسی و نجوم را در این

1-Newton Issac

2-Lucasian Professorship of Mathematics

کتاب بوضوح مورد بحث و استدلال قرار داده است و حقیقتاً در بیان مطالب شجاعت قابل تحسینی از خود نشان داده است.

این کتاب، همچنین، درباره وجود خداوند و شاید هم احتمال نبودن او بحث می‌کند. کلمه خدا صفحات این کتاب را پر کرده است و بودن یا احتمال نبودن او مورد تحلیل علمی قرار گرفته است. هاوکینگ قصد دارد به این پرسش مشهور انشتین که آیا خداوند در خلق جهان هستی حق انتخابی داشته است یا نه، پاسخی منطقی بدهد. آنچه آشکارا احساس می‌شود اینست که او در تلاش است تا به نوع اراده خداوند در خلق جهان پی ببرد و این نتیجه غیر منتظره‌ایست از تلاش وی، در آنجا که جهانی را به تصویر می‌کشد بدون حد و مرز و فاقد لبه، که زمان در آن نه شروعی دارد نه پایانی، نه برای خالق، کاری که به آن مشغول باشد.

کارل ساگان

دانشگاه کرنل ایتا کانویورک

فهرست تعاریف

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
صفر مطلق	حداقل درجه حرارت ممکن؛ که در آن ماده فاقد انرژی گرمایی است	Absolute Zero
شتاب	تغییرات سرعت یک جسم متحرک در واحد زمان یا میزان تغییرات سرعت.	Acceleration
اصل آنتروپیک	ما جهان را آنگونه که هست می‌بینیم، زیرا اگر غیر از این بود، ما در اینجا نبودیم تا آن را مشاهده کنیم.	Anthropic Principle
پاد ذره یا ضد ذره	هر ذره را پاد یا ضد ذره‌ای است همانند آن. چنانچه این دو باهم ترکیب شوند هر دو نابود شده چیزی که باقی می‌ماند انرژی است.	Antiparticle
اتم	کوچکترین ذره عنصر ساده که تشکیل شده از هسته (شامل پروتون و نوترون) و ذرات ریزی به نام الکترون که به دور آن در چرخشند	Atom
انفجار بزرگ	حالت تجرد یا تکینگی در شروع جهان.	Big Bang
انقباض بزرگ	حالت تجرد یا تکینگی در پایان جهان.	Big Crunch
سیاه‌چاله یا حفره سیاه	منطقه‌ای از زمان - فضا که هیچ چیز حتی نور به علت نیروی جاذبه بسیار قوی نمی‌تواند از آن بگریزد.	Black Hole
بقا یا پایداری انرژی	قانونی در علوم که به موجب آن انرژی (یا ماده معادل آن) نه تولید می‌شود و نه از بین می‌رود.	Conservation Of Energy
مختصات	اعداد مشخص کننده موقعیت یک نقطه در دستگاه مختصات زمان - فضا.	Coordination
ثابت کیهانی	یک ابزار ریاضی است که بوسیله آنشتین بکار گرفته شد تا میل انبساط درونی به زمان - فضا بدهد.	Cosmological Constant

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
بارهای الکتریکی	خاصیت یک ذره که موجب دفع یا جذب آن بوسیله ذره باردار دیگر می‌شود. اگر بار هر دو همنام باشد دفع و اگر غیر همنام باشد جذب یکدیگر می‌گردند.	Eletron Chрге
نیروی الکترومغناطیسی	دومین نیرو از چهار نیروی اصلی در جهان هستی از نظر قدرت و آن نیرویی است که بین دو ذره باردار الکتریکی وجود دارد	Electromagnetic Force
الکترون	ذره دارای بار الکتریکی منفی که به دور هسته اتم در چرخش است.	Electron
انرژی الکتریکی ضعیف یگانه‌ساز	انرژی در حدود یکصد گیگا الکترون ولت که در بالاتر از آن فرق بین نیروی الکترومغناطیس و نیروی ضعیف هسته‌ای از بین می‌رود و در حقیقت هر دو بصورت پدیده واحدی ظهور می‌کنند.	Electroweak Unification Energy
ذره بنیادین	به ذره‌ای گفته می‌شود که معتقدیم قابل تقسیم نمی‌باشد.	Elementary Particle
رویداد	نقطه‌ای در زمان - فضا که با مختصات زمان و فضا تعریف شده باشد.	Event
افق رویداد	مرز یک سیاه‌چاله یا حفره سیاه.	Event Horizon
اصل طرد یا گزینش	در محدوده‌های تعریف شده اصل تردید دو ذره دارای چرخش $1/2$ نمی‌توانند در زمان واحد در یک مکان واحد بوده و سرعت یکسان داشته باشند.	Exclusion Principle
میدان	پدیده‌ای است در مختصات زمان - فضا که در تمام نقاط آن وجود دارد برخلاف ذره که تنها می‌تواند در یک نقطه وجود داشته باشد.	Field

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
بسامد یا فرکانس	تعداد نوسانهای یک موج در یک ثانیه.	Frequency
اشعه یا پرتو گاما	امواج الکترو مغناطیسی دارای طول موج بسیار کوتاه که از پرتوهای رادیواکتیو و یا برخورد دو ذره بنیادین حاصل شود.	Gamma Ray
ژئودسیک یا زمین پیمایی.	کوئامترین یا بلندترین فاصله بین دو نقطه.	Geodesic
نسبیت عام	نظریه انشتین بر این اساس که قوانین علمی برای تمام ناظرین متحرک یکسان بوده و مستقل از نوع حرکت آنها عمل می کنند. این نظریه نیروی جاذبه را در مختصات چهار بعدی زمان - فضای خمیده شکل تعریف می کند.	General Relativity
آبر انرژی یگانه ساز	آن انرژی که در مقادیر بالاتر از آن، سه نیروی الکترومغناطیسی و هسته ای قوی و ضعیف متفک از یکدیگر نیستند.	Grand Unification Energy
ابر تئوری یگانه	فرضیه ای که نیروهای سه گانه الکترومغناطیسی و هسته ای قوی و ضعیف را بطور واحد بیان می کند.	Grand Unification Theory
زمان موهومی	زمان معرفی شده با اعداد موهومی	Imaginary Time
مخروط نور	سطحی در مختصات زمان - فضا که مسیرهای ممکن پرتوهای نور ماه بر یک رویداد را مشخص می کند.	Light Cone
ثانیه (سال نوری)	فاصله طی شده توسط نور در یک ثانیه (یک سال)	Light Second (Year)

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
کیهان شناسی	مطالعه و تحقیق همه جانبه در جهان هستی.	Cosmology
میدان مغناطیسی	مکان هندسی نیروهای مغناطیسی که همراه با میدان الکتریکی میدان الکترومغناطیسی را به وجود می آورند.	MagneticField
جرم	مقدار ماده موجود در یک جسم، اینرسی ماده در مقابل شتاب حرکت.	Mass
تجرد یا تکینگی عریان	تکینگی در دستگاه زمان - فضا که محدود به یک سیاه چاله نباشد.	Naked Singularity
نوترینو	ذره بنیادین بی نهایت کوچکی (احتمالاً بدون جرم) که تنها تحت تأثیر نیروی هسته ای ضعیف و نیروی جاذبه قرار دارد.	Neutrino
نوترون	ذره بدون بار خیلی شبیه پروتون که تقریباً نصف جرم هسته بیشتر عناصر شیمیایی را تشکیل می دهد.	Neutron
ستاره نوترونی	ستاره سردی که تحت تأثیر نیروی دافعه اصل طرد بین نوترونها پایدار است.	Neutron Star
شرایط بدون حد و مرز	فرضیه ای که می گوید جهان در دستگاه مختصاتی که در آن زمان موهومی فرض شده است بی نهایت نیست ولی حد و مرزی هم ندارد.	NoBoundary Condition
گداخت یا جوش هسته ای	فرایند برخورد دو هسته که با ترکیب آنها هسته سنگین تری بوجود می آید.	Nuclear Fusion
هسته اتم	قسمت مرکزی اتم که در آن پروتونها و نوترونها تحت تأثیر نیروی هسته ای قوی در کنار یکدیگرند.	Nucleus

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
شتاب دهنده ذرات	ماشینی که با استفاده از مغناطیسهای الکتریکی موجب شتاب در سرعت حرکت ذرات باردار شده و انرژی بیشتری به آنها می‌دهد.	Particle Accelerator
فاز	در یک موج، مختصات بسامد آن در یک زمان معین؛ اندازه‌ای که تعیین می‌کند موج در وضعیت بیشینه است یا کمینه و یا بین آنها.	Phase
فوتون	بسته کوانتمی نور.	Photon
اصل کوانتمی پلانک	فرضیه‌ای که می‌گوید نور یا هر نوع موج کلاسیک دیگر تنها می‌تواند بصورت کوانتم تابش یا جذب شود و انرژی آن متناسب است با بسامد آن.	Planks Quantum Principle
پوزیترون	پاد ذره و الکترون دارای بار الکتریکی مثبت.	Positron
سیاه‌چاله بدوی	سیاه‌چاله‌های به وجود آمده در دوران اولیه شکل‌گیری جهان.	Primordial Black Hole
متناسب	X متناسب است با Y یعنی چنانچه Y در عددی ضرب شود X هم در آن ضرب می‌شود. X معکوساً با Y متناسب است یعنی اگر Y در عددی ضرب شود X به آن تقسیم می‌شود.	Proportional
پروتون	ذره باردار مثبت که تقریباً نیمی از جرم اتم را تشکیل می‌دهد.	Proton
کوانتم	کوچکترین ذره غیرقابل تقسیم انرژی که امواج جذب یا منتشر می‌کنند. (کوچکترین واحد برای تعیین میزان جذب یا انتشار امواج).	Quantum
مکانیک کوانتمی	تئوری منتج از اصل کوانتمی پلانک و اصل تردید هایزنبرگ.	Quantum Mechanics

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
کوارک	ذره بنیادین باردار که تحت تأثیر میدان نیروی هسته‌ای قوی قرار دارد. پروتون و نوترون هر کدام از سه کوارک مختلف تشکیل شده‌اند.	Quark
رادار	دستگاهی که با ارسال پالس امواج رادیویی و اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج برخورد کرده به یک جسم موقعیت آن را تعیین می‌کند.	Radar
رادیو اکتیویته	تجزیه خود بخود هسته یک اتم و تبدیل آن به هسته سبکتر.	Radioactivity
قرمز گرایی	قرمز شدن نور یک ستاره به تناسب سرعت دور شدن آن از ما.	Red Shift
تکینگی یا تجرد	نقطه‌ای در دستگاه مختصات زمان - فضا که در آن خمیدگی زمان - فضا بی‌نهایت می‌شود.	Singularity
نظریه تکینگی	فرضیه‌ای که می‌گوید باید تحت شرایط معینی یک تکینگی وجود داشته باشد.	Singularity Theorem
زمان - فضا	دستگاه مختصات چهار بعدی که نقاط آن رویدادها می‌باشند.	Space-Time
ابعاد فضایی	هر یک از سه بعد (طول، عرض، ارتفاع) در دستگاه فضا، زمان چهار بعدی (غیر از بعد زمان)	Spatial Dimension
نسبیت خاص	تئوری انشتین بر این اساس که قوانین حرکت برای تمام ناظرینی که در حرکت هستند یکسان می‌باشد و ارتباطی به سرعت حرکت آنان ندارد.	Special Relativity
طیف	تجزیه یک موج، مانند موج الکترومغناطیسی، یا نور به امواج تشکیل دهنده آن.	Spectrum

اصطلاح علمی فارسی	شرح	معادل انگلیسی
چرخش	یک مشخصهٔ درونی ذرات بنیادین که نوعی چرخش است اما نه آنگونه که در زندگی روزمره شاهد آنیم.	Spin
حالت سکون یا ایستایی	حائثی که با زمان تغییر نکند. یک ستاره در چرخش، ساکن است هر چند که حالت ایستایی ندارد زیرا در دید ناظر زمینی جای خود را تغییر نمی‌دهد.	Stationary State
نیروی قوی (هسته‌ای)	قویترین نیرو از چهار نیروی بنیادین با کوتاهترین محدودهٔ عملکرد. این نیرو کوارکها را متصل به هم نگه می‌دارد تا پروتون و نوترون بوجود آید و هسته اتم شکل گیرد.	Strong (nuclear) Force
اصل تردید یا اصل عدم قطعیت	ما نمی‌توانیم سرعت و مختصات یک ذره را در یک زمان واحد بدقت اندازه‌گیری کنیم. هر چه دقت اندازه‌گیری یکی از این دو کمیت زیاده‌تر باشد دقت در اندازهٔ کمیت دیگر کمتر می‌شود.	Uncertainty Principle
دوگانگی موج/ذره	مبحثی در مکانیک کوانتم که در آن فرقی بین موج و ذره نیست. ذرات برخی مواقع مانند موج عمل می‌کنند و برعکس امواج همچون ذرات.	Wave/Particle Duality
طول موج	فاصله بین دو بیشینه یا کمینه متوالی یک موج (یا مسافتی که یک موج در یک پسماند طی می‌کند)	Wavelength
نیروی ضعیف (هسته‌ای)	دومین نیرو از نظر ضعیف بودن بین چهار نیروی بنیادین که محدودهٔ عملکرد کوتاهی دارد.	Weak (Nuclear) Force
وزن یا ثقل	نیرویی که بر یک جسم از طرف یک میدان جاذبه وارد می‌شود.	Weight
کوتوله سفید	ستاره سرد پایداری که بوسیلهٔ نیروهای دافعهٔ اصل طرد بین الکترونها نگهداری می‌شود.	White Dwarf

فهرست نامها

آگوستین، سنت، ۲۲، ۲۳، ۲۰۲	آته، هانس، ۱۴۶
آلبرشت، آندریاس، ۱۶۴	برن، ماکس، ۱۹۰
آلفر، رالف، ۱۴۶	بطلمیوس، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۵۴
ادیسنگتن، آرتور، ۱۰۷، ۱۰۹، ۱۸۶	بل، ژاکلین، ۱۱۹
۲۰۵	بل، گراهام، ۵۹
ارسطو، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۲، ۲۵، ۳۰	بمانی، علیرضا، ۶
۳۲، ۳۳، ۵۴، ۸۳، ۲۱۲	بتلی، ریچارد، ۱۹
استاروینسکی، الکساندر، ۱۳۲	بور، نیلز، ۸۰
استیون وینبرگ، ۸	بوندی، هرمن، ۶۶، ۶۷
اسرائیل، ورنر، ۱۱۶، ۱۱۷	پاتولی، ولفگانگ، ۸۸، ۸۹، ۱۰۷
اشتاین، بکن، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲	۱۰۸
اشتاین، ویتگن، ۲۱۲	پلانک، ماکس، ۷۳، ۷۴، ۷۶، ۱۳۸
اشتاین هارد، پائول، ۱۶۴	۲۰۴
اشمیت، مارتن، ۱۱۹	پنرژ، روجر، ۹، ۵۱، ۶۹، ۷۰، ۷۱
اقلیدس، ۱۶۸	۱۱۳، ۱۱۷، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۶۶
الیز، جرج، ۹	پنزیاس، آرنو، ۵۹، ۶۰، ۶۷، ۱۴۷
انشتین، آلبرت، ۸، ۱۳، ۲۶، ۲۷	پوانکاره، هانری، ۳۶، ۴۶
۳۶، ۳۷، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۸	پوپر، کارل، ۲۵
۷۱، ۷۵، ۸۱، ۸۲، ۸۴، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۱۱	پورتر، نیل، ۱۴۰
۱۱۶، ۱۱۷، ۱۳۴، ۱۴۳، ۱۵۹، ۱۶۴، ۱۶۸	پینلز، جیم، ۶۰
۱۸۶، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۲۰۵، ۲۱۰، ۲۱۱	پیچ، دون، ۹، ۱۸۵
اولبرز، هنریش، ۲۱	تاتاری، معصومه، ۶
باردین، جیم، ۱۳۱	تامسون، ۸۴، ۸۶
بارکلی، اسقف جرج، ۳۳	تایلور، جان. گف.، ۱۴۱

- ترو، کیپ، ۱۲۳
توماس، دیوید، ۱۰
جانسون، دکتر ساموئل، ۳۳
جین، سرجمز، ۷۳
چادویک، جیم، ۸۵
چاندرااسکار، سابراهامیان، ۱۰۷
۱۰۸، ۱۰۹، ۱۲۲، ۱۲۴
خالاتیکف، اسحاق، ۶۷
دائولی، تسوانگ، ۱۰۱، ۱۰۰
داروین، چارلز، ۲۸
دالتون، جان، ۸۳
دانت، ۱۱۵
درمیر، وان، ۹۴
دماکریتوس، ۸۳
دوپلر، ۵۶، ۶۳
دیراک، پاول، ۱۲، ۷۵، ۸۹، ۱۹۰
دیک، باب، ۶۰
رابرتسون، هوارد، ۶۱
راینسون، دیوید، ۱۱۸
راتر فورده، ارنست، ۸۴، ۸۵، ۸۶
راسل، برتراند، ۱۴
رالف، آن، ۱۰
رویبا، کارلو، ۹۴
رومر، اول کریستنسن، ۳۴
ریلای، لرد، ۷۳
ریل، مارتین، ۶۷
زالدوویچ، یاکف، ۱۳۲
- ساگان، کارل، ۱۱، ۱۳
سوالونی، هادی، ۶
سو میسی، ۱۰
شرک، ژول، ۱۹۷
شرو دینگر، اروین، ۷۵
شوایتزر، جان، ۱۱۷، ۱۹۷
شوایتزر شیلد، کارل، ۱۱۶
شیونگ وو، شین، ۱۰۱
عبدالسلام، ۹۳، ۹۴
فریدمن، الکساندر، ۵۸، ۵۹، ۶۰
۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۵، ۶۷، ۶۸، ۷۰، ۱۴۲
۱۴۴، ۱۶۷
فلا، جودی، ۱۰
فلا، ژودی، ۱۶۳
فیچ، وال، ۱۰۱
فینمن، ریچارد، ۸۰، ۱۶۶، ۱۶۷
۱۶۸، ۱۸۳
کارتر، براندن، ۹، ۱۱۸، ۱۳۱
کالین، ویلیامز، ۱۰
کانت، امانوئل، ۲۲، ۲۱۲
کپرنیک، نیکلاس، ۱۸، ۱۹
کپلر، یوهانس، ۱۸
کیر، روی، ۱۱۷، ۱۱۸
کرونین، ج. دبلیو، ۱۰۱
کوئین، ماری، ۱۹۸
کیت، برایان، ۹
گات، آلان، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۱

- گاليله، گاليلو، ۱۸، ۳۰، ۳۱، ۳۲، موت، يان، ۸۵، ۱۴۴، ۱۵۶
- گامو، جرج، ۶۰، ۱۴۶، ۱۴۷ گروچ، رابرت، ۹
- گرين، مايڪ، ۱۹۸ گلاشو، شلدون، ۹۴
- گلنن، موراى، ۸۵ گوتساردي، پيتر، ۱۰
- گولڊ، توماس، ۶۶، ۶۷ گيسون، كارى، ۹
- لاپلاس، ماركوس، ۷۲، ۷۴، ۱۰۵، ۲۰۸، ۲۰۹
- لانداو، لف ديويدويچ، ۱۰۸ لايف لايڻ، ريمونڊ، ۱۸۵
- لايسنڊ، آندراى، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۷۲
- لوتزل، ژولين، ۱۷۰ لورنس، هندريڪ، ۳۶
- لوسى، ۹ لويولا، ايگناتيو، ۱۴۴
- ليفشيتز، اوژنى، ۶۷ ماسوئل، جيمز كلارڪ، ۳۵، ۳۶، ۴۲، ۹۳
- مايڪل، جان، ۱۰۴، ۱۲۰ مايڪلسون، آلبرت، ۳۶، ۴۰، ۴۶
- محمدي خمك، جواد، ۶ مسيح (ع)، ۱۵، ۲۲
- موت، يان، ۸۵ مورلى، ادوارد، ۳۶، ۴۰، ۴۶
- موس، يان، ۱۶۳ ميسون، ديويد، ۱۰
- نيوتون، اسحاق، ۱۲، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵
- ۳۷، ۵۵، ۵۷، ۵۸، ۷۲، ۸۹، ۱۰۴، ۱۳۰، ۲۰۵، ۲۰۶
- واكر، آرتور، ۶۱ ولتوز، والت، ۹
- ويكس، تريور، ۱۴۰ ويلر، جان، ۱۰۴، ۱۱۷، ۱۲۴
- ويلسون، رابرت، ۵۹، ۶۰، ۶۷، ۱۴۷ وينبرگ، استيون، ۸، ۹۳، ۹۴
- هابل، ادوين، ۲۳، ۲۴، ۵۳، ۵۷، ۶۱، ۷۱
- هارتل، جيم، ۹، ۱۷۰ هالىول، جان اتان، ۱۷۰
- هاوكينگ، اسٽيفن، ۱۰، ۱۲ هاوكينگ، رابرت، ۹
- هايزنبرگ، ورنر، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶ هائيمر، اوپن، ۱۰۹، ۱۱۰
- هرشل، ويليام، ۵۳ هويش، آنتوني، ۱۲۰
- هويل، فرد، ۶۶، ۶۷ بانگ، چن نينگ، ۱۰۰