



آینده انسان

آینده انسان

زمینی کردن مریخ، سفر میان ستاره‌ای، جاودانگی،
سرنوشت ما در فراسوی زمین

میچیو کاگو

ترجمه‌ی جمیل آریایی

انتشارات مازیار

سرشناسه	: کاکو، میچیو Kaku, Michio
عنوان و نام پدیدآور	: آینده انسان/ زمینی کردن مریخ، سفر میان ستاره‌ای، جاودانگی، سرنوشت ما در فراسوی زمین / میچیو کاکو؛ ترجمه‌ی جمیل آریایی.
مشخصات نشر	: تهران: مازیار، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۳۶ ص
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۴۳-۸۹-۰
وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا	
یادداشت	: عنوان اصلی: The future of humanity: terraforming Mars, interstellar travel, immortality, and our destiny beyond Earth, 2018
موضوع	: فیزیک نجومی
موضوع	: Astrophysics
موضوع	: سفرهای میان‌ستاره‌ای
موضوع	: Interplanetary voyages
شناسه افزوده	: آریایی، جمیل، ۱۳۳۰ - مترجم
رده بندی کنگره	: QB۴۶۱/ک۲۲۹ ۱۳۹۶
رده بندی دیویی	: ۶۲۹/۴۵۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۱۱۱۰۴۷

www.mazyarpub.ir
mazyarpub@yahoo.com

انتشارات مازیار

مقابل دانشگاه تهران، ساختمان ۱۲۹۶ (ظروفچی) طبقه اول، واحد ۴، تلفن ۶۶۴۶۲۴۲۱

آینده انسان

زمینی کردن مریخ، سفر میان ستاره‌ای، جاودانگی، سرنوشت ما در فراسوی زمین

میچیو کاکو

ترجمه‌ی جمیل آریایی

صفحه‌آرایی مرواک.

چاپ اول ۱۳۹۷

شمارگان ۱۱۰۰

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۴۳-۸۹-۰

فهرست مطالب

- سخن آغاز..... ۷
- آشنایی با گونه‌های چندسیاره‌ای..... ۱۳

بخش ۱: بدرود زمین

- فصل ۱: تدارک پرواز..... ۲۵
- فصل ۲: عصر طلایی جدید سفرهای فضایی..... ۴۳
- فصل ۳: معدن کاری آسمان‌ها..... ۶۱
- فصل ۴: یا مرگ، یا مریخ..... ۶۹
- فصل ۵: مریخ: سیاره‌ی بوستان..... ۸۳
- فصل ۶: غول‌های گازی، دنباله‌دارها، و فراسو..... ۱۰۵

بخش ۲: سفر به ستارگان

- فصل ۷: روبات‌ها در فضا..... ۱۲۱
- فصل ۸: ساختن کشتی فضایی..... ۱۴۷
- فصل ۹: کیپلر و جهانی از سیارات..... ۱۷۹

بخش ۳: حیات در جهان هستی

- فصل ۱۰: جاودانگی..... ۱۹۷
- فصل ۱۱: ترانسپانیت و تکنولوژی..... ۲۱۹

فصل ۱۲: در جستجوی حیات برون‌زمینی ۲۳۹

فصل ۱۳: تمدن‌های پیشرفته ۲۶۳

فصل ۱۴: ترک جهان هستی ۳۰۹

برای مطالعه بیشتر ۳۲۷

نمایه ۳۲۹

سخن آغاز

روزی در حدود هفتاد و پنج هزار سال پیش کم مانده بود که انسانیت نابود شود. انفجار غول‌آسایی در اندونزی لایه‌ی ضخیمی از خاکستر، دود، و زباله را در فضا پراکنده و سرزمین‌هایی به وسعت هزاران کیلومتر را زیر خود مدفون ساخت. آتشفشان توبا چنان وحشتناک بود که از جمله قوی‌ترین رویدادهای آتشفشانی بیست و پنج میلیون سال گذشته به حساب می‌آید. این آتشفشان توده‌ای به حجم ۱۰۷۴ کیلومتر زباله را به هوا پراند و لایه‌ای از خاکستر آتشفشانی به ضخامت ۹ متر، مناطق وسیعی از مالزی و هند را فراگرفت. دود و گرد و غبار سمی سرانجام به آفریقا رسید و پشت‌سرش مرگ و ویرانی به جای گذاشت.

برای لحظه‌ای تصور کنید که این رویداد دهشتناک چه آشوبی می‌توانست به پا کند. گرمای طاقت‌فرسا و خاکستری که خورشید را کور می‌کرد، پیشینیان ما را به وحشت انداخت. دوده‌ی سیاه و گرد و غبار ضخیم، بسیاری را خفه و مسموم ساخت. آنگاه دما ناگهان افت کرد و «زمستان آتشفشانی» را پدید آورد. تا جایی که چشم کار می‌کرد، پوشش گیاهی و حیات وحش رخت بریست و تنها چشم‌اندازی بی‌روح و برهوت به جا ماند. انسان و حیوان برای ذره‌ای قوت به جان هم افتادند و بسیاری از انسان‌ها بر اثر گرسنگی جان باختند. گویی زمین مرده بود. تک و توکی هم که زنده ماندند تنها یک هدف داشتند و آن این بود که هر چه می‌توانستند از این پرده‌ی مرگی که بر دنیای آن‌ها نازل شده بود، بگریزند.

نشانه‌ی تلخ این فاجعه را شاید بشود در خون ما سراغ گرفت.

ژنتیک‌دانان به واقعیت اسرارآمیزی پی برده‌اند که هر دو انسان، DNA کم و بیش یکسانی دارند. برعکس، تنوع ژنتیکی هر دو شامپانزه بیش از تنوع ژنتیکی کل جمعیت انسان‌هاست. در یکی از نظریه‌های ریاضی که این پدیده را توضیح می‌دهد، فرض بر این است که در لحظه‌ی این انفجار بیشتر انسان‌ها از میان رفته و تنها انگشت‌شماری از آن‌ها، در حدود دو هزار نفر، جان سالم به در برده‌اند. در عین ناباوری، این ژولیدگان کثیف، پیشینیان آدم و حوای ما شدند که زاد و ولد کرده و در سراسر این سیاره پراکندند. همه‌ی ما شبیه‌سازی‌شده‌های یکدیگریم و خواهر و برادرانی هستیم که از

نسلی جان‌سخت و قلیل زاده شده‌ایم که شاید می‌شد آنان را به راحتی در یکی از تالارهای رقص هتل‌های مدرن امروزی سکنی داد.

آن‌ها که این سرزمین بی‌آب و علف را درمی‌نوردیدند، فکر نمی‌کردند که روزی فرزندان‌شان بر هر گوشه‌ی این سیاره حکمرانی خواهند کرد.

حال که به آینده می‌نگریم، می‌بینیم چه بسا حوادث هفتاد و پنج هزار سال پیش، پیش‌درآمد فجایعی باشند که در آینده رخ خواهند داد. در سال ۱۹۹۲ بود که به فکر این مسئله افتادم. در آن سال این خبر تکان‌دهنده را شنیدم که برای نخستین‌بار سیاره‌ای کشف شده که به گرد ستاره‌ای دور دست می‌چرخد. اخترشناسان با این کشف، هستی سیارات فراسوی منظومه‌ی شمسی را ثابت کردند. این کشف، درک ما از جهان هستی را دگرگون ساخت. اما بخش بعدی این خبر مرا غمگین کرد که می‌گفت این سیاره‌ی بیگانه ستاره‌ی مرده‌ای را دور می‌زند که از انفجار ابرنواختری به جای مانده است و به احتمال زیاد بر اثر این انفجار هر حیاتی بر روی این سیاره نابود شده است. علم، حیاتی را نمی‌شناسد که بتواند انرژی هسته‌ای خشم‌آگین ناشی از انفجار ستاره‌ای در آن نزدیکی را تاب بیاورد.

آنگاه به یاد تمدن روی آن سیاره افتادم که از مرگ ستاره‌ی خود آگاه شده و با دستپاچگی ناوگان فضاپیماهای خود را آماده می‌کردند تا مگر آن‌ها را به منظومه‌ی ستاره‌ای دیگری نقل مکان دهد. چه آشوبی به پا بود آنگاه که مردم، غرق در نگرانی و اضطراب، می‌کوشیدند آخرین صندلی‌های خالی این وسایل حمل و نقل را تصاحب کنند. به آنانی فکر می‌کنم که جا مانده بودند و وحشت‌زده انتظار سرنوشتی را می‌کشیدند که ستاره‌ی در حال انفجارشان برای آن‌ها رقم می‌زد.

آن‌گونه که پیروی از قوانین فیزیک اجتناب‌ناپذیر است، روزی نوعی رویداد، آن هم در حد و اندازه‌های نابودی، گریبان‌گیر انسانیت خواهد شد. با این حال، آیا ما هم برای نجات و حتی شکوفایی همان عزم و جزم پیشینیان‌مان را خواهیم داشت؟

هرگاه به گونه‌های حیات روی زمین، از آغاز تا به امروز، نظر کنیم، از باکتری‌های میکروسکوپی گرفته تا جنگل‌های انبوه، دایناسورهای سنگین‌وزن، و انسان‌های هوشمند، درمی‌یابیم که دست‌آخر بیش از ۹۹/۹ درصد آن‌ها منقرض شده‌اند. از این رو، انقراض یک اصل است و به احتمال زیاد ما نیز منقرض خواهیم شد. آنگاه که از زیرپای مان خاک‌برداری می‌کنیم تا به آثار فسیلی درون زمین دست یابیم، نشانه‌هایی از گونه‌های مختلف حیات دیرین را می‌بینیم. امروزه تنها انگشت‌شماری از این گونه‌ها نجات یافته‌اند. پیش از ما میلیون‌ها گونه‌ی حیات پا به عرصه‌ی وجود گذاشته و با

خورشید روزشان را شب کرده و آنگاه عمرشان به سر آمده و مرده‌اند. این است داستان حیات.

هر قدر هم که ما از دیدن غروب‌های دل‌انگیز و عاشقانه، تنفس نسیم تازه‌ی اقیانوسی، و گرمای مطبوع روزهای تابستانی متعمّم شده باشیم، روزی فرا خواهد رسید که این‌ها همه پایان خواهد پذیرفت و سیّاره‌ی ما نازیستگاهی بیش برای حیات آدمی نخواهد بود. سرانجام، طبیعت بر ما غضب می‌کند و این همان کاری است که برای خیل گونه‌های حیات پیش از ما کرده است.

تاریخ طول و دراز حیات روی زمین نشان می‌دهد که ارگانسیم‌ها به هنگام رویارویی با محیط متخاصم، سه سرنوشت بیشتر ندارند. می‌توانند محیطشان را ترک کنند، می‌توانند خود را با آن سازگار کنند، یا که بمیرند. با وجود این، آنگاه که به آینده‌های دور می‌نگریم، دست آخر اسیر فاجعه‌ی چنان بزرگی می‌شویم که سازش با آن مقدور نیست. یا باید زمین را ترک کنیم و یا این که بمانیم و هلاک شویم. راه دیگری وجود ندارد.

این فجایع بارها در گذشته رخ داده‌اند و بی‌تردید در آینده نیز خواهند داد. زمین تاکنون سه چرخه‌ی انقراض را پشت سر گذاشته که در اثنای آن‌ها ۹۰ درصد از گونه‌های حیات روی زمین محو شده‌اند. مثل روز روشن است که در آینده نیز از این فجایع خواهیم داشت.

چند دهه که بگذرد با بلایایی مواجه خواهیم شد که طبیعی نیستند، بلکه بر اثر ندانم‌کاری‌ها و کوتاه‌نظری‌های خودمان گرفتارشان می‌شویم. ما را گرمایش زمین تهدید خواهد کرد و خود جوّ بر ما خواهد شورید. ما با خطر جنگ‌افزارهای مدرن، چون سلاح‌های هسته‌ای در برخی از نقاط بی‌ثبات دنیا، روبرو هستیم. ما را خطر میکروب‌های کشتار جمعی، از قبیل ایدز یا ابولای هوازی تهدید می‌کند که با یک سرفه یا عطسه‌ی ساده شیوع پیدا می‌کنند. این خطرها می‌توانند ۹۸ درصد از نسل آدمی را نابود کنند. فزون بر این‌ها، ما با رشد جمعیت روبرو هستیم که با آهنگی سرسام‌آور منابع زمینی ما را چپاول می‌کند. چه بسا روزی میزان مصرف منابع ما از ظرفیتی که زمین برای تأمین آن دارد پیشی بگیرد و خود را در نبرد آخرالزمانی اقلیمی گرفتار سازیم که داریم بر سر واپسین منابع این سیّاره رقابت می‌کنیم.

فزون بر گرفتاری‌هایی که خودمان درست کرده‌ایم، مصیبت‌های طبیعی پیش روی ماست که کنترلی بر آن‌ها نداریم. چند هزاره که بگذرد، ما در آستانه‌ی عصر یخبندان دیگری قرار می‌گیریم. یک صد هزار سال پیش، بیشتر رویه‌ی زمین را لایه‌ای

از یخ جامد به ضخامت ۰/۸ کیلومتر پوشانده بود. چشم‌انداز بی‌روح یخ‌زده بسیاری از جانداران را نابود کرد. آنگاه، ده هزار سال پیش، هوا رو به گرمی رفت. بر اثر این گرمایش کوتاه، ناگهان تمدن امروزی شکل گرفت و انسان‌ها توانستند نسل‌شان را در سراسر زمین بگسترانند و رشد کنند. اما این شکوفایی در دوره‌ی میان‌یخبندان رخ داد و به این معنی بود که به احتمال زیاد ما در عرض ده هزار سال آینده عصر یخبندان دیگری را تجربه خواهیم کرد. آن روز که برسد، شهرهای ما زیر کوه‌های یخی ناپدید می‌شوند و تمدن زیر یخ دفن می‌گردد.

ما با امکان ابرآتشفشان زیر پارک ملی یلوستون نیز روبرو هستیم که شاید از خواب طولانی بیدار شود و ایالات متحده را پاره پاره کرده و زمین را با هاله‌ای از دوده و زباله‌های سمی خفه‌کننده احاطه کند. فعالیت‌های آتشفشانی گذشته ۶۳۰,۰۰۰ سال، ۱/۳ میلیون سال، و ۲/۱ میلیون سال پیش رخ داده‌اند. فاصله‌ی زمانی میان این رویدادها در حدود ۷۰۰,۰۰۰ سال است و از این‌رو، چه بسا در ۱۰۰,۰۰۰ سال آینده شاید شاهد فعالیت آتشفشانی دیگری در ابعاد گسترده باشیم.

یک میلیون سال که گذشت، با تهدید برخورد سیارک یا دنباله‌دار دیگری مواجه می‌شویم، مثل سیارکی که ۶۵ میلیون سال پیش نسل دایناسورها را برچید. در آن روزگار، تخته سنگی با قطری در حدود ۹/۶ کیلومتر به شه‌جزیره‌ی یوکاتان برخورد کرد و زباله‌های سوزان را به آسمان پرتاب و دوباره بر زمین بارانید. در این برخورد، در ابعادی به مراتب وسیع‌تر از انفجار توبا، ابرهای حاوی خاکستر اندک اندک پرده‌ی سیاهی در برابر خورشید کشیدند و دمای زمین افزایش یافت. پوشش گیاهی به خشکی گرایید و زنجیره‌ی غذایی فرو ریخت. دایناسورهای گیاه‌خوار و آنگاه خویشاوندان گوشت‌خوارشان از گرسنگی مردند. در پایان، ۹۰ درصد از خیل گونه‌های حیات روی زمین به هلاکت رسیدند.

هزاران سال است که ما شادمانه زندگی می‌کنیم بی‌آن که از خطر شناور بودن زمین در دریایی از تخته‌سنگ‌های بالقوه کُشنده آگاه باشیم. تنها در دهی گذشته بود که دانشمندان توانستند احتمال چنین برخوردهای سهمگین را برآورد کنند. امروزه هزاران شیء نزدیک به زمین هستند که مدار زمین را قطع می‌کنند و برای حیات روی سیاره‌ی ما خطر به حساب می‌آیند. تا ماه جون سال ۲۰۱۷، تعداد ۱۶,۲۹۴ از این شیء‌ها دسته‌بندی شده‌اند. اما این‌ها تنها آن‌هایی هستند که ما یافته‌ایم. اخترشناسان تخمین می‌زنند که شاید میلیون‌ها شیء دسته‌بندی نشده در منظومه‌ی شمسی باشند که اطراف زمین می‌پلکند.

یک بار در باره‌ی این تهدید از اخترشناس فقید، کارل سیگن، پرسیدم. او بر آن بود که «ما در نمایشگاهی از آتش‌بازی کیهانی زندگی می‌کنیم» که در آن با خطرات بالقوه‌ای مواجهیم. او می‌گفت که هنوز وقت آن نرسیده است که سیارک بزرگی به زمین برخورد کند. اگر می‌توانستیم این سیارک‌ها را شناسایی کنیم، آسمان شب را پر از این نقاط تهدیدآمیز نورانی می‌یافتیم.

گیرم که بتوانیم از خطرات جلوگیری کنیم، تهدید دیگری هست که این خطرات را به سخره می‌گیرد. در چند میلیارد سال آینده خورشید به ستاره‌ی غول سرخ عظیمی تبدیل می‌شود که کل آسمان را فرامی‌گیرد. خورشید آن قدر منبسط می‌شود که جو سوزان آن سطح مدار زمین را می‌پوشاند و گرمای مهیب در یک چشم به هم زدن حیات روی زمین را به مخاطره می‌اندازد.

برخلاف گونه‌های دیگر حیات روی این سیاره که ناامیدانه به انتظار سرنوشت‌شان می‌نشینند، ما انسان‌ها سرنوشت‌مان را خود تعیین می‌کنیم. خوشبختانه، ما در حال حاضر ابزاری را خلق می‌کنیم که ما را از بلایای طبیعت مصون می‌دارند و از این رو جزو ۹۹/۹ درصد گونه‌های دیگری نیستیم که در انتظار انقراض هستند. در این کتاب، با پیشنازانی آشنا می‌شویم که انرژی، بینش، و منابع کافی دارند تا سرنوشت انسان را تغییر دهند. خیال‌پردازی را ملاقات می‌کنیم که باور دارند انسان می‌تواند در فضای برون‌زمینی زنده بماند. پیشرفت‌های انقلابی در تکنولوژی را تحلیل خواهیم کرد که ترک زمین و استقرار در جای دیگری از منظومه‌ی شمسی و حتی فراسوی آن را ممکن کند.

اما اگر درسی باشد که بتوانیم از تاریخ‌مان بیاموزیم این است که انسان، آنگاه که با بحران‌های تهدیدکننده‌ی حیات روبرو شده است، به چالش برخاسته و خود را به اهداف به مراتب والاتری رسانده است. از بعضی جنبه‌ها، انگیزه اکتشاف در ژن ماست و با روح ما عجین شده است.

اینک بزرگترین چالش دوران در برابر ماست و آن این است که زندان زمین را بدرود گفته و در فضای برون‌زمینی جولان دهیم. قوانین فیزیک به روشنی می‌گویند که ما دیر یا زود با بحران‌های فراگیر، درگیر خواهیم شد که هستی ما را تهدید می‌کنند. حیات عزیزتر از آن است که در بند یک سیاره باشد و اسیر این تهدیدهای سیاره‌ای شود.

کارل سیگن به من گفت که لازم است خودمان را بیمه کنیم و به این نتیجه رسید که باید به جرگه‌ی «گونه‌های دو سیاره‌ای» بپیوندیم. به بیان دیگر، ما به برنامه‌ی پشتیبان

نیاز داریم.

در این کتاب، از تاریخ، چالش‌ها، و راه حل‌های بخردانه‌ای که پیش رو داریم، سخن خواهیم گفت. راه مخاطره‌آمیز است و فراز و نشیب‌هایی دارد، اما چاره‌ای جز این نیست.

از لحظه‌ی واپسین انقراض در هفتاد و پنج هزار سال پیش، اجداد ما جسارت به خرج دادند و اندک اندک تمامی زمین را تحت سلطه‌ی خود درآوردند. امیدوارم که این کتاب گام‌های لازم برای برطرف ساختن موانعی را به ما نشان دهد که بی‌چون و چرا در آینده با آن‌ها مواجه خواهیم شد. شاید سرنوشت ما این است که به مانند گونه‌های چندسیاره‌ای درآییم و در میان ستارگان زندگی کنیم.

میچیو کاکو

آشنایی با گونه‌های چندسیاره‌ای

اگر بقای ما در درازمدت در معرض خطر باشد، مسئولیت ما در برابر
هموعانمان این است که به جهان‌های دیگر کوچ کنیم.

—کارل سیگن

دایناسورها منقرض شدند چون برنامه‌ی فضایی نداشتند. اگر ما هم برنامه‌ی
فضایی نداشته باشیم، حق ماست که ما نیز منقرض شویم.

—لری نیون

کودکی بیش نبودم که کتاب بنیاد سه گانه از آیزاک آسیموف را خواندم. این مجموعه
کتاب‌ها، نگرینی درخشان در تاریخ علوم تخیلی محسوب می‌شوند. شگفت زده شدم
که می‌دیدم آسیموف به جای روایت نبرد سلاح‌های نوری و جنگ‌های فضایی با
بیگانگان، این پرسش را مطرح می‌کند که «در پنجاه هزار سال آینده انسان به کجا
خواهد رسید؟ و سرنوشت نهایی ما چیست؟»

آسیموف در این شاهکار سه‌گانه انسانی را به تصویر می‌کشد که از این سو تا
آن سوی کهکشان راه شیری، با میلیون‌ها سیاره‌ی سکونت‌پذیری که تحت حکمرانی
امپراتوری بزرگ کهکشانی دارد، پراکنده شده است. در این تصویر ما به مکان چنان
دوردستی سفر کرده‌ایم که سرزمین مادری تمدن بزرگ‌مان در غبار قدمت، رنگ
باخته است. جای جای این کهکشان را جوامع پیشرفته‌ی بسیاری اشغال کرده‌اند،
با مردمان بیشماری که نوعی شبکه‌ی جهانی اقتصادی پیچیده‌ای آن‌ها را به یکدیگر
پیوند زده است و در تصویری با چنین ابعاد گسترده توانسته‌ایم به کمک ریاضیات
روند رویدادهای آینده را پیش‌گویی کنیم، گویی که داریم حرکت مولکول‌ها را
پیشگویی می‌کنیم.

سال‌ها پیش، دکتر آسیموف را دعوت کردم تا در دانشگاه ما سخنرانی کند. به
واژگان فکروانه‌ی آسیموف که گوش می‌کردم، از ژرفای دانش او انگشت به دهان
شده بودم. از او سوآلی پرسیدم که از دوران کودکی فکرم را مشغول کرده بود. چه

انگیزه‌ای باعث شده تا او این مجموعه کتاب‌های بنیاد را بنویسد؟ چگونه به این فکر افتاده که طرح او آن قدر بزرگ است که کهکشان را دربر می‌گیرد؟ بی‌درنگ در پاسخ‌ام گفتم که ظهور و سقوط امپراتوری روم به او این انگیزه را داده است. داستان این امپراتوری حکایت از آن دارد که در طول تاریخ پرماجرایی آن، سرنوشت چه بازی‌ها که با مردمان روم نکرده است.

به این فکر افتادم که آیا تاریخ انسان نیز سرانجامی خواهد داشت. شاید سرنوشت ما چنان رقم خورده است که دست‌آخر تمدنی خلق کنیم تا بر سراسر کهکشان راه شیری حاکم شود. چه بسا سرنوشت ما را به سوی ستارگان روانه کند.

بسیاری از مضامین آثار آسیموف را در گذشته، آلف استپلدون در رمان به یادماندنی ستاره‌ساز به کار برده است. در این رمان، قهرمان ما در عالم خیال به فضای برون‌زمینی سفر می‌کند و به سیارات دوردست می‌رسد. روح او که در کهکشان سفر می‌کند از منظومه‌ای به منظومه‌ی دیگر می‌رود و از امپراتوری‌های بیگانه‌ی باشکوهی دیدن می‌کند. بعضی از این امپراتوری‌ها به چنان شکوه و جلالی دست یافته‌اند که دوره‌ای از صلح و فراوانی را سپری می‌کنند، و بعضی دیگر حتی امپراتوری‌های میان‌ستاره‌ای به پا کرده و فضاپیما دارند. امپراتوری‌هایی هم هستند که به ویرانه‌هایی می‌مانند و در فقر و فلاکت و جنگ به سر می‌برند.

بسیاری از ایده‌های انقلابی رمان استپلدون به داستان‌های علمی تخیلی بعدی راه یافته‌اند. برای مثال، قهرمان ما در رمان ستاره‌ساز پی می‌برد که بسیاری از تمدن‌های آبرپیشرفته عمده‌ا هستی خود را از تمدن‌های فرودست پنهان نگه می‌دارند که مبادا آن‌ها را ناخواسته با تکنولوژی‌های پیشرفته آلوده کنند. این ایده به دستور اول شباهت دارد که یکی از اصول راهبردی فدراسیون در سریال فیلم‌های پیش‌تازان فضا است.

قهرمان ما به تمدن چنان پیشرفته‌ای برمی‌خورد که اعضای آن خورشیدشان را در کروی عظیم‌الجثه‌ای محصور کرده‌اند تا از همه‌ی انرژی آن بتوانند استفاده کنند. این ایده که بعدها گروهی دایسون نامیده شد، هم‌اینک یکی از دست‌مایه‌های سناریوهای عمده‌ی علوم تخیلی است.

وی قومی را ملاقات می‌کند که اعضای آن مدام از طریق تله‌پاتی با یکدیگر تماس دارند. هر یک از اعضا، آنچه در لحظه از فکر اعضای دیگر می‌گذرد، باخبر است. این ایده، ایده‌ی بورگ پیش‌تازان فضا را قدیمی می‌کند که در آن اعضا تله‌پاتی دارند و تابع خواسته‌های هابو هستند.

در پایان این رمان، قهرمان ما با خود ستاره‌ساز روبرو می‌شود که نوعی موجود کیهانی است. ستاره‌ساز جهان‌های کاملی را می‌سازد و تعمیر می‌کند که هر یک قوانین فیزیک خود را دارند. جهان ما تنها یکی از این چندجهان است. قهرمان ما، ستاره‌ساز را در ابهت کامل می‌بیند که دارد قلمروهای تازه و هیجان‌انگیزی بنا می‌کند و آن‌هایی را که او را خوشنود نمی‌کنند دور می‌ریزد.

رمان بدعت‌گذار استپلدون دنیایی را تکان داد که در آن رادیو معجزه‌ی تکنولوژی محسوب می‌شد. در دهه‌ی ۱۹۳۰، ایده‌ی دست یافتن به تمدن‌های دوردست فضایی بی‌معنی به نظر می‌رسید. آن روزها، هواپیماهای ملخی تکنولوژی روز بودند و نمی‌توانستند بالاتر از ابرها پرواز کنند و از این‌رو سفر به ستارگان، دور از دسترس می‌نمود.

رمان ستاره‌ساز کامیابی زودگذری داشت. آرتور سی کلارک آن را از شاهکارهای علوم تخیلی می‌دانست که تا آن زمان چاپ شده بود. این رمان خیال‌پردازی نسلی از نویسندگان پیش از جنگ را برانگیخت. اما دیری نپائید که در بحبوحه‌ی جنگ جهانی دوم، این رمان در میان مردم به دست فراموشی سپرده شد.

یافتن سیارات جدید در فضا

اینک که فضاپیمای کپلر و گروه اخترشناسان زمینی در حدود چهار هزار سیاره را کشف کرده‌اند که ستارگان دیگر کهکشانشان راه شیری را دور می‌زنند، اندک اندک به این فکر می‌افتیم که چه بسا تمدن‌هایی که استپلدون از آن‌ها یاد می‌کرد به راستی وجود دارند.

دانشمندان ناسا در سال ۲۰۱۷، نه یکی بلکه هفت سیاره‌ی هم‌اندازه با زمین را شناسایی کردند که ستاره‌ای به فاصله‌ی ۳۹ سال نوری در نزدیکی ما را دور می‌زنند. از این هفت سیاره، سه‌تای آن‌ها آن قدر به ستاره‌ی خود نزدیک هستند که شاید آب مایع داشته باشند. طولی نمی‌کشد که اخترشناسان بتوانند به ما بگویند آیا این سیارات و سیارات دیگر جوّ حاوی بخار آب دارند یا نه. از آنجا که آب «حلال فراگیر» است و می‌تواند مخلوط‌کن مواد شیمیایی آلی باشد که DNA را می‌سازند، دانشمندان شاید بتوانند نشان دهند که شرایط حیات در جاهایی از جهان هستی فراهم است. شاید ما در آستانه‌ی یافتن جام مقدّس اخترشناسی سیاره‌ای، همزاد زمین، در فضای فرامنظومه‌ای باشیم.

تقریباً هم‌زمان با آن، اخترشناسان به کشف مهم دیگری دست یافتند و آن سیاره‌ای با اندازه‌ی زمین، به نام پروکسیما سنتوری B، بود که نزدیکترین ستاره به خورشید را

دور می‌زند که ستاره‌ی پروکسیما سنتوری است و با ما $4/2$ سال نوری فاصله دارد. دانشمندان از مدت‌ها پیش حدس زده‌اند که این ستاره در زمره‌ی نخستین ستارگانی است که باید اکتشاف شود.

این سیارات تنها جزو چند مدخل جدید دانشنامه‌ی بزرگ سیارات برون‌خورشیدی است که عملاً هر هفته به روز می‌شود. این دانشنامه شامل منظومه‌های ستاره‌ای عجیب و غریب ناآشنایی است که استپلدون حتی نمی‌توانست تصوّر آن‌ها را بکند، از جمله منظومه‌های چهار یا بیش از چهار سیاره‌ای که به گرد یکدیگر می‌گردند. بسیاری از اخترشناسان بر این باورند که هر منظومه‌ی عجیب و غریبی را که بشود تصوّر کرد، مشروط بر این که قوانین فیزیک نقض نشوند، به احتمال زیاد بتوان آن را جایی در کهکشان راه شیری یافت.

اینک می‌توانیم با تقریب حساب کنیم که کهکشان راه شیری چه تعداد سیاره‌ی هم‌اندازه با زمین دارد. از آنجا که این کهکشان یک صد میلیارد ستاره دارد، شاید در حدود بیست میلیارد سیاره‌ی هم‌اندازه‌ی زمین باشند که تنها ستارگان کهکشان ما را دور می‌زنند. و نیز از آنجا که ما با ابزار کنونی می‌توانیم یک صد میلیارد کهکشان را شناسایی کنیم، آنگاه می‌توانیم تخمین بزنیم که تعداد سیاره‌های هم‌اندازه‌ی زمین در جهان قابل رؤیت، به رقم سرسام‌آور دو هزار میلیارد میلیارد سر می‌زند. اگر توجّه کنید که کهکشان ما می‌تواند جای تعداد زیادی سیاره‌ی قابل سکونت باشد، آنگاه آسمان شب را هرگز آن‌گونه که می‌دیدید، نخواهید دید.

همین که اخترشناسان سیارات هم‌اندازه‌ی زمین را شناسایی کنند، هدف بعدی آنان این خواهد بود که جوّ این سیارات را برای یافتن اکسیژن و بخار آب که نشانه‌های حیات هستند، مطالعه کنند و به امواج رادیویی گوش فرا دهند که می‌توانند از سوی تمدنی هوشمند ارسال شده باشند. چنین کشفی نقطه‌ی عطفی در تاریخ آدمی خواهد بود که با کشف مهار آتش قابل قیاس است. این کشف نه تنها تعریف رابطه‌ی میان ما با بقیه‌ی جهان هستی را تغییر خواهد داد، بلکه سرنوشت ما را نیز دگرگون خواهد ساخت.

عصر طلایی جدید اکتشافات فضایی

کشف هیجان‌انگیز این سیارات فرامنظومه‌ای، همراه با ایده‌های تازه‌ی نسل جدیدی از انسان‌های با بصیرت، توجّه عموم را بار دیگر به سفرهای فضایی جلب کرده است. آنچه در آغاز، برنامه‌های فضایی را راه انداخت جنگ سرد و رقابت میان ابرقدرت‌ها بود. مردم حرفی نداشتند که $5/5$ درصد از بودجه ملی فدرال صرف برنامه‌ی فضایی

آپولو شود چون غرور ملی ما داشت خدشه‌دار می‌شد. با وجود این، تب رقابت نمی‌توانست تا ابد ادامه یابد و دست‌آخر بودجه‌ی ملی ته بکشد.

آخرین باری که فضانوردان بر سطح ماه قدم نهادند در حدود چهل و پنج سال پیش بود. امروزه موشک و شاتل فضایی پنج اوراق شده و اجزای آن در موزه‌ها و اوراق‌فروشی‌ها دارند زنگ می‌زنند و ماجراهاشان در کتاب‌های تاریخ غبارگرفته خاک می‌خورند. در سال‌های پس از آن، از ناسا به عنوان «آژانس مسافرتی به هیچ‌جا» انتقاد شد. دهه‌هاست که ناسا درجا می‌زند و بی‌پروا به جاهایی می‌رود که پیش از او همه رفته‌اند.

اینک اوضاع اقتصادی در حال تغییر است. هزینه‌ی سفرهای فضایی که روزگاری می‌توانست بودجه ملی را فلج کند، پیوسته در حال افت است چون گروهی از سرمایه‌گذاران دارند در این تجارت پول و انرژی هزینه می‌کنند و به آن عشق می‌ورزند. میلیونرهایی چون الون ماسک، ریچارد برانسون، و جف بزو که از کُندی فعالیت‌های ناسا به تنگ آمده‌اند، اندک اندک در ساخت موشک‌های جدید سرمایه‌گذاری می‌کنند. آنان نه تنها دنبال سود هستند، بلکه می‌خواهند به رؤیایی که در دوران کودکی برای رفتن به ستارگان داشتند جامه‌ی عمل بپوشانند.

در حال حاضر، خواست ملی دوباره جان گرفته است. حالا پرسش این نیست که ایالات متحده به سیاره‌ی سرخ فضانورد خواهد فرستاد یا نه، بلکه این است که کی این کار را خواهد کرد. رئیس‌جمهور پیشین، باراک اوباما، خواهان آن بود که فضانوردان، بتوانند پس از سال ۲۰۳۰ روی سطح مریخ راه بروند و رئیس‌جمهوری کنونی، دونالد ترامپ، از ناسا خواسته تا به این زمان‌بندی شتاب دهد.

ناوگانی از موشک‌ها و فضاپیماها که قادر به سفرهای میان‌سیاره‌ای هستند، مراحل آزمونی آغازین خود را می‌گذرانند، از جمله موشک پرتاب سامانه‌ی پرواز فضایی (SLS) با فضاپیما‌ی اوربِن ناسا و موشک پرتاب فالکون هوی با فضاپیما‌ی دراگون الون ماسک. این موشک‌ها فضاپیماهای سنگین‌شان را به فضا پرتاب می‌کنند و فضانوردان ما را به کره‌ی ماه، سیارک‌ها، مریخ، و حتی به فراسوی آن‌ها می‌برند. چنین مأموریتی در واقع چنان اشتیاق و تبلیغات عمومی به راه انداخته که رقابت بر سر آن بالا گرفته است. همین که گروه‌های رقیب در این برنامه‌ی فضایی بخواهند نخستین‌هایی باشند که پرچم‌شان را در خاک مریخ فرو می‌کنند، چه بسا در جاده‌ی منتهی به مریخ ترافیک جاده‌ای به وجود آید.

عده‌ای نوشته‌اند که ما داریم وارد عصر طلایی جدید سفرهای فضایی می‌شویم

و اکتشاف جهان هستی، پس از دهه‌ها فراموشی، بار دیگر بخش هیجان‌انگیزی از دستورکار دولت می‌شود.

به آینده که می‌نگریم، می‌توانیم دورنمایی را ببینیم که علم، اکتشاف فضا را دگرگون ساخته است. به خاطر پیشرفت‌هایی که در طیف گسترده‌ای از تکنولوژی‌های نوین رخ داده، امروزه می‌توانیم خیال‌پردازی کنیم که روزی تمدن ما به فضای بیرونی می‌رود و در میان سیارات و ستارگان به سیر و سیاحت می‌پردازد. اگر چه چنین هدفی در درازمدت به واقعیت می‌پیوندد، اما از حالا می‌توانیم برنامه‌ی زمان‌بندی آن را آماده کنیم و زمان رسیدن به نقاط مختلف کیهان را تخمین بزنیم.

من در این کتاب مراحل را بررسی می‌کنم که برای دستیابی به این هدف بلندپروازانه لازم هستند. با این حال، اگر بخواهیم بدانیم که در آینده چه اتفاق خواهد افتاد، باید علوم زیربنای این تحولات معجزه‌گونه را درک کنیم.

امواج انقلابی تکنولوژی

مرزهای بی‌کران علم در برابر ما گسترده‌اند و این خود به ما کمک می‌کند تا چشم‌اندازی از تاریخ عریض و طویل آدمی را در برابر دیدگانمان داشته باشیم. اگر پیشینیان ما می‌توانستند امروزه ما را ببینند، چه فکر می‌کردند؟ چنین چشم‌اندازی از تاریخ آدمی نشان می‌دهد که ما بیشتر اوقات زندگانی اسف‌باری داشته‌ایم و در جهان بی‌مهر متخصصی زیسته‌ایم که میانگین عمر در آن بیست تا سی سال بوده است. ما کوچ‌نشینانی بوده‌ایم که همه‌ی آنچه را داشتیم پشت‌مان حمل می‌کردیم. برای یافتن قوت و سرپناه، همه روزه زحمت می‌کشیدیم. مدام از شر حیوانات درنده، بیماری، و گرسنگی در هراس بودیم. اگر پیشینیان ما امروزه ما را ببینند که داریم از این سر سیاره به آن سوی آن تصویر لحظه‌ای می‌فرستیم، با موشک‌هایی که داریم به ماه و آن سوتر سفر می‌کنیم، خودروهایی داریم که راننده ندارند، فکر خواهند کرد ما جن‌گیر و جادوگریم.

تاریخ گواهی می‌دهد که انقلاب‌های علمی با امواجی همراه هستند که آن‌ها را پیشرفت‌های فیزیک برانگیخته است. در قرن نوزدهم نخستین موج علم و تکنولوژی را فیزیکدانانی راه انداختند که نظریه‌های مکانیک و ترمودینامیک را خلق کرده بودند. مهندسين با به کارگیری این دو نظریه توانستند ماشین بخار را تولید کنند که به انقلابی در حمل و نقل و صنعت انجامید. چنین تکان بنیادین تکنولوژی ما را از طلسم جهالت، کار بدنی طاقت‌فرسا، و فقر رهانید و راهی عصر ماشین کرد.

در قرن بیستم، فیزیکدانانی جلودار موج دوم بودند که به قوانین الکتریسته و

مغناطیس پی بردند و ما را به عصر الکتریسیته رساندند. در چنین عصری با اختراع موتورهای الکتریکی، ژنراتورها، تلویزیون، رادیو، و رادار، الکتریسیته به شهرهای ما راه یافت. این موج دوّم بود که به تولّد برنامه‌های فضایی منجر شد و ما را به کره‌ی ماه برد. در قرن بیستم، موج سوّم علم را که بنیان‌گذار تکنولوژی‌های بالا بود، فیزیکدانان کوانتومی راه انداختند که توانسته بودند ترانزیستور و لیزر را اختراع کنند. در این عصر بود که ابرکامپیوترها، اینترنت، ارتباطات مدرن، سامانه‌های مکان‌یاب جهانی، و تنوّع تراشه‌های ریزی که در هر گوشه‌ی زندگانی ما جا خوش کرده‌اند، به واقعیت پیوستند. من در این کتاب، تکنولوژی‌هایی را توصیف خواهم کرد که ما را فراتر برده تا به اکتشاف سیارات و ستارگان پردازیم. در بخش ۱، از تلاش برای ساخت پایگاهی دائمی در کره‌ی ماه، تسخیر و زیست‌پذیر کردن کره‌ی مریخ سخن خواهیم گفت. بدین منظور، ما باید موج سوّم علم، از جمله هوش مصنوعی، تکنولوژی نانو، و تکنولوژی زیستی را تجربه کنیم. امروزه هدف زیست‌پذیر کردن کره‌ی مریخ، در توان ما نیست و تکنولوژی قرن بیست و دوّم را می‌طلبد تا این صحرای بی‌روح و یخ‌زده را به جهانی زیست‌پذیر بدل سازیم. استفاده از روبات‌های خودتکثیر، مواد نانوی فوق‌قوی و سبک، و کشت‌های مهندسی‌شده را در نظر خواهیم گرفت که هزینه‌ها را به شدّت تقلیل می‌دهند و از مریخ، بهشتی تمام و کمال می‌سازند. دست‌آخر به فراسوی مریخ پیش می‌رویم و پایگاه‌هایی روی سیارک‌ها و ماه‌های غول‌های گازی مشتری و زحل بنا می‌کنیم.

در بخش ۲، به آینده نگاه می‌کنیم به زمانی که خواهیم توانست آن سوتر از منظومه‌ی شمسی رفته و ستارگان نزدیک را کندوکاو کنیم. این مأموریت نیز فراتر از توانایی تکنولوژی‌های کنونی ماست، اما موج پنجم تکنولوژی‌ها، از جمله نانوکشتی‌ها، قایق‌های لیزری، ماشین‌های جوش هسته‌ای، موتورهای پادماده‌ای، آن را ممکن خواهند ساخت. ناسا از حالا برای مطالعه‌ی فیزیک امکان‌پذیر ساختن سفرهای میان‌ستاره‌ای، سرمایه‌گذاری کرده است.

در بخش ۳، از مطالبی سخن خواهیم گفت که نیاز است تا بدن‌های مان را چنان اصلاح کنیم که بتوانند در منزل‌گاه‌های جدیدی که در میان ستارگان اختیار می‌کنیم زندگی کنند. هر سفر میان‌ستاره‌ای شاید دهه‌ها یا حتی قرن‌ی طول بکشد و از این‌رو باید از لحاظ ژنتیکی خود را چنان مهندسی کنیم، تا با طولانی کردن طول عمرمان، تاب سفرهای طولانی در ژرفای فضا را داشته باشیم. هر چند امروزه طولانی کردن دوران جوانی ممکن نیست، اما دانشمندان به دنبال روش‌هایی هستند که شاید بتواند

جلو فرایند پیر شدن را بگیرند. فرزندان ما شاید بتوانند از نوعی فناپذیری لذت ببرند. فزون بر آن، چه بسا بتوانیم بدن‌های مان را از لحاظ ژنتیکی چنان مهندسی کنیم که زندگی در سیارات مختلفی را که گرانس، ترکیبات جوّی، و شرایط اقلیمی متفاوتی دارند، تاب بیاورند.

آنگاه که طرح نقشه‌برداری از شبکه‌ی ارتباطاتی نورون‌های مغز انسان (طرح کونکتوم انسان) به ثمر نشست، روزی ما قادر خواهیم بود که با باریکه‌های غول‌پیکر لیزری کونکتوم‌های مان را به فضای برون‌زمینی بفرستیم و تعدادی از مشکلات سفرهای میان‌ستاره‌ای را برطرف سازیم. من این فرایند را حمل لیزری می‌نامم که شاید بتواند روزی ضمیر خودآگاه ما را رها سازد تا با سرعت نور کهکشان راه شیری یا حتی جهان هستی را درنوردد و نیازی نباشد که ما نگران خطرات پیدا و پنهان سفرهای میان‌ستاره‌ای باشیم.

در حال حاضر که پیشینیان قرن گذشته ما را جادوگر و جن‌گیر خطاب می‌کنند، آنگاه یک قرن بعد ما فرزندان مان را چه خطاب خواهیم کرد؟

به احتمال زیاد، ما فرزندان مان را خدایان یونانی تصوّر خواهیم کرد. مثل عطارد، خواهند توانست در فضا جولان دهند و از سیارات اطراف خود دیدن کنند. مثل زهره، بدن‌های تمام و کمال فناپذیری خواهند داشت. مثل آپولو، دسترسی بی‌پایانی به انرژی خورشیدی خواهند داشت. مثل ژئوس، قادر خواهند بود اراده کنند تا هر آنچه خواسته‌اند برای شام آماده شود. و قادر خواهند بود که با استفاده از مهندسی ژنتیک، موجوداتی افسانه‌ای چون پگاسوس بیافرینند.

به بیان دیگر، سرنوشت ما این است که خود خدایانی شویم که روزی از آن‌ها حساب می‌بردیم و ستایش‌شان می‌کردیم. علم ابزاری را در اختیار ما خواهد گذاشت که بتوانیم با آن‌ها جهانی را بسازیم که تصوّرش می‌کنیم. پرسش این است که آیا ما نیز خرد حضرت سلیمان را در کنار این قدرت بی‌کران کیهانی خواهیم داشت؟

این امکان نیز هست که ما با حیات فرازمینی تماس برقرار کنیم. شرح خواهیم داد که اگر روزی با چنین تمدن‌هایی روبرو شدیم چه اتفاق خواهد افتاد، تمدن‌هایی که میلیون‌ها سال پیشرفته‌تر از ما هستند و این توانایی را دارند که در کهکشان راه شیری سفر کنند و در بافت فضا و زمان دست ببرند. شاید آن‌ها قادر باشند که به کمک سیاهچاله‌ها و کره‌مچاله‌ها، سریع‌تر از نور حرکت کنند.

در سال ۲۰۱۶، بحث تمدن‌های فضایی پیشرفته در میان اخترشناسان و رسانه‌ها داغ شد و اخترشناسان اعلام کردند نوعی «مگاساختار» شاید در اندازه‌ی کره‌ی دایسون را

نشان کرده‌اند که ستاره‌ی بسیار دوردستی را دُور می‌زند. گذشته از این که این گزارش به هیچ‌روی قطعی نیست، اما دانشمندان برای نخستین‌بار بود که با نشانه‌ای از تمدنی پیشرفته در فضای برون‌زمینی روبرو می‌شدند.

در پایان، این امکان را بررسی خواهیم کرد که ما، نه با مرگ زمین، بلکه با مرگ خود جهان هستی روبرو می‌شویم. اگر چه جهان هستی ما هنوز جوان است، اما می‌توانیم روزی در آینده‌ای دور را تجسّم کنیم که با کاهش دما به دمای صفر مطلق رسیده‌ایم و ما داریم به لحظه‌ی انجماد بزرگ نزدیک می‌شویم. در این دما هیچ حیاتی را یارای زیستن نیست. به این نقطه که برسیم، تکنولوژی ما چنان پیشرفتی کرده است که می‌توانیم بگوییم «بدرود جهان هستی» و از طریق فرافضا به جهان جوان نوپایی نقل مکان کنیم.

فیزیک نظری (که تخصص من نیز در آن است) این ایده را زنده می‌کند که جهان ما حبابی بیش نیست که در اقیانوسی از جهان‌های حبابی دیگر شناور است. شاید در میان جهان‌های دیگر این تنوع جهانی، سکونت‌گاه تازه‌ای برای ما پیدا شود. حال که محو تماشای تنوع جهان‌ها شده‌ایم، چه بسا بتوانیم به طرح‌های بزرگ ستاره‌ساز جامه‌ی عمل ببوشانیم.

شاید روزی فرا برسد که شاهکارهای ناباورانه‌ی داستان‌های علمی تخیلی^۱ که روزگاری کالای جانبی تراوش‌یافته از ذهن خیال‌پردازان محسوب می‌شدند، واقعیت پیدا کنند.

عنقریب است که انسان به بزرگترین ماجراجویی همه‌ی دوران‌ها دست بزند و شکاف‌هایی که خیال‌پردازی‌های آسیموف و استپلدون را از واقعیت جدا می‌ساختند با پیشرفت‌های مهیج و سریع علم پر شوند. نخستین گامی که ما خواسته باشیم در سفر به ستارگان برداریم زمانی خواهد بود که زمین را بدرود گفته باشیم. ضرب‌المثل قدیمی چینی می‌گوید که هر سفر هزاران مایلی آنگاه شروع می‌شود که ما نخستین گام را برداریم. با نخستین موشکی که به سوی آسمان پرتاب می‌کنیم، سفر ما به سوی ستارگان آغاز می‌شود.

۱. برای اهمیت نقش داستان‌های علمی-تخیلی کتاب علم در ادبیات علمی-تخیلی از همین مجموعه را ببینید. ناشر

بخش ۱

بدرود زمین
