



فایل تصاویر رنگی کتاب را در  
آدرس زیر دانلود کنید

<http://www.mazyarpub.ir/> مجموعه قلمرو علم / کیهان / مجموعه قلمرو علم



در جستجوی حیات بیگانه

انتشار این اثر به پیشنهاد  
سمیر الله وردی زاده مدیر سایت بیگ بنگ  
<http://www.bigbangpage.com>  
صورت گرفته است.

# در جستجوی حیات بیگانه

چشم اندازی وسیع تر

پیتر لینده

ترجمه‌ی

امیر حسین سلیمان میگونی

زمت‌لالت ماریار

---

سرشناسه	: لینده، پیتر، ۱۹۵۶ - م.، نویسنده همکار، Linde, Peter
عنوان و نام پدیدآور	: در جستجوی حیات بیگانه: چشم‌اندازی وسیع‌تر / پیتر لینده؛ ترجمه‌ی امیرحسین سلیمان‌میگونی.
مشخصات نشر	: تهران: مازیار، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۴۰۸ ص. : مصور، جدول.
فروست	: قلمرو علم
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۴۳-۷۱-۵
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا	
یادداشت	: عنوان اصلی: The hunt for alien life : a wider perspective
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: زیست‌شناسی فرازمینی
موضوع	: Exobiology
موضوع	: حیات در سیارات دیگر
موضوع	: Life on other planets
موضوع	: موجودات فرازمینی
موضوع	: Extraterrestrial beings
شناسه افزوده	: سلیمان‌میگونی، امیرحسین، ۱۳۷۰ -، مترجم
رده‌بندی کنگره	: QB۵۴/۹۵۴ ۱۳۹۶
رده‌بندی دیویی	: ۵۷۶/۸۳۹
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۸۲۴۲۱۲

---

www.mazyarpub.ir  
mazyarpub@yahoo.com

## آنتنات مازیار

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

### در جستجوی حیات بیگانه

چشم‌اندازی وسیع‌تر

پیتر لینده

ترجمه‌ی امیرحسین سلیمان‌میگونی

ویراستار سمیر الله‌وردی و م. ک

صفحه‌آرایی مروا.ک.

چاپ اول ۱۳۹۶

شمارگان ۱۱۰۰

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۴۳-۷۱-۵

# فهرست مطالب

۱۱	مقدمه
۱۵	۱. چشم انداز کیهانی
۱۶	جهان منبسط شونده
۲۰	جهان دوباره منبسط می شود
۲۳	مقیاس مناسب؟
۲۸	جهان در بزرگ ترین مقیاسش
۳۱	جایگاه بشریت در جهان؟
۳۳	۲. چطور یک سامانه‌ی سیاره‌ای شکل می گیرد؟
۳۴	امروز سامانه‌ی خورشیدی ما
۳۶	دستورالعمل تشکیل یک سامانه‌ی سیاره‌ای
۳۹	مراحل آخر در شکل گیری سیارات
۴۴	سنگین ترین عناصر
۴۷	۳. توسعه‌ی حیات بر روی زمین
۴۷	زمین: سیاره‌ای خاص؟
۴۹	زمین ساخت صفحه‌ای: قاره‌ها حرکت می کنند
۵۰	میدان مغناطیسی از تابش‌های خطرناک محافظت می کند
۵۱	زمین سیاره‌ای آبی است
۵۲	اثر گلخانه‌ای: اساس حیات روی زمین
۵۲	زمین یک دماپای داخلی دارد
۵۵	چطور حیات را تشخیص بدهیم؟
۵۶	معجزه‌ی حیات
۵۷	مارپیچ دورشته‌ای / دوگانه
۵۹	حیات چطور درست شد؟
۶۰	نقش اکسیژن
۶۴	انقراض بزرگ
۶۶	انعطاف پذیری حیات
۶۷	شانس خالص چقدر است؟
۶۹	۴. حیات بیگانه در نزدیکی ما؟
۶۹	هیولایی در نزدیکی ماست؟

۷۱	حمله‌ی مریخی‌ها
۷۳	تحقیقات جدید
۷۳	دامنه‌ی زندگی
۷۵	جو مهم است
۷۷	آب مایع
۷۷	اکتشافات فضایی در سامانه‌ی خورشیدی
۷۸	عطارد: سیاره‌ی سرخ‌شده
۸۱	زهره: داغ‌تر از فر
۸۳	چه بلایی سر زهره آمد؟
۸۵	مریخ: امید باقیست
۸۸	تحقیقات فشرده
۹۰	محیط مریخ
۹۴	آیا آبی وجود دارد؟
۹۴	آزمایش چهارم
۹۵	شهاب‌سنگ اسرارآمیز
۹۷	تاریخ غم‌انگیز مریخ
۱۰۱	حیات در مکان‌هایی غیرمنتظره؟
۱۰۵	محیط‌های بیگانه در سامانه‌ی سیاره‌ای

## ۵. سیارات فراخورشیدی، از فرضیه تا واقعیت

۱۱۰	ستارگان ثابت، آن‌قدرها هم ثابت نیستند
۱۱۰	چطور یک سیاره‌ی فراخورشیدی را کشف کنیم؟
۱۱۲	فناوری کلید کار است
۱۱۴	آیا می‌توانید سرعت حلزونی که ۱۰ میلیارد
۱۱۴	کیلومتر آنطرف‌تر حرکت می‌کند را اندازه‌گیری کنید؟
۱۱۶	اندازه‌گیری سرعت شعاعی یک ستاره
۱۲۰	ستاره‌گرفتنگی: روش گذر
۱۲۳	سیارات فراخورشیدی، فضا را خم می‌کنند
۱۲۷	زمان‌گیری تپ‌اخترها: روش دوپلر غیرمستقیم
۱۲۷	رصدهای مستقیم دشوار هستند
۱۲۸	تحقیق درباره‌ی سیارات فراخورشیدی شفاف نیست
۱۳۱	به کار بردن روش‌های پیچیده
۱۳۴	چه کسانی سیارات فراخورشیدی را مطالعه می‌کنند؟
۱۳۵	اکتشاف از پایه: کوچک زیباست
۱۳۹	فیل‌های بزرگ
۱۴۲	تلسکوپ‌های فضایی در جستجوی سیارات فراخورشیدی

۱۴۴

پروژه‌ی کپلر

۱۴۹

## ۶. نمایشگاهی از سیارات

۱۵۱

نام‌گذاری سیارات فراخورشیدی

۱۵۵

نگاهی به آمارها

۱۶۰

آیا تمام ستارگان می‌توانند سیاره داشته باشند؟

۱۶۲

ترکیبات ستارگان

۱۶۴

فاصله، تناوب مداری و جرم

۱۶۹

مشتری‌ها و نپتون‌های داغ

۱۷۱

ابرزمین‌ها

۱۷۲

سامانه‌های چند سیاره‌ای

۱۷۴

سیارات کوچک

۱۷۶

جهان‌های آبی

۱۷۸

چرخش محدود و مدارهای عجیب

۱۸۰

سیارات سرگردان

۱۸۱

سامانه‌های سیاره‌ای غیرعادی

۱۸۲

جو سیارات فراخورشیدی

۱۸۴

نزدیک‌ترین سیارات فراخورشیدی

۱۸۶

دامنه‌ی زندگی

۱۸۸

نظریه‌های اصلاح‌شده

۱۸۹

با این حساب چه تعداد سیاره وجود دارد؟

۱۹۱

## ۷. سیارات فراخورشیدی: نگاهی به آینده

۱۹۲

نشانگرهای زیستی

۱۹۶

موفقیت‌ها و نگرانی‌ها

۱۹۷

تلسکوپ‌های بسیار بزرگ

۲۰۲

اندازه‌گیری یک سکه روی سطح ماه

۲۰۵

تلسکوپ فضایی جیمز وب

۲۰۷

ابتکارات فضایی آینده

۲۱۰

تجهیزات جدید بر روی زمین

۲۱۳

چشم‌انداز آینده: رادار بین ستاره‌ای

۲۱۴

میراث ماهواره‌ی کپلر

۲۱۵

## ۸. نشانه‌هایی از حیات زمینی

۲۱۵

مسابقه‌ی فضایی آغاز می‌شود

۲۱۹

لوح پائونیر

۲۲۰

این لوح چگونه تفسیر و ترجمه می‌شود؟

- ۲۲۳ صفحه‌ی طلایی وویجر  
 ۲۲۴ ضبط آواهای وویجر  
 ۲۲۵ تصاویر وویجر  
 ۲۲۷ آیا ما موجودیت خود را فاش کرده‌ایم؟  
 ۲۲۸ پیام آرسیو  
 ۲۳۳ جانشینان مدرن پیام‌ها  
 ۲۳۵ آیا اصلاً باید پیامی بفرستیم؟

## ۲۳۷ ۹. چه تعداد تمدن در جهان وجود دارد؟

- ۲۳۸ سوگیری انتخاب و اصل انسان‌نگر  
 ۲۳۹ اصل حد وسط و فرضیه‌ی زمین، سیاره‌ی بی‌همتا  
 ۲۳۹ معادله‌ی دریک  
 ۲۴۰ هر ساله چه تعداد ستاره در کهکشان راه‌شیری ایجاد می‌شود؟  
 ۲۴۳ چه تعداد از ستارگان، سیاره دارند؟  
 ۲۴۳ به ازای هر ستاره، چه تعداد سیاره‌ی قابل سکونت وجود دارد؟  
 ۲۴۶ چقدر پیدایش حیات محتمل است؟  
 ۲۴۷ شهاب‌سنگ مورچین  
 ۲۴۹ آیا همیشه حیات به درجه‌ی هوشمندی می‌رسد؟  
 ۲۵۱ آیا تمام تمدن‌های هوشمند به فناوری علاقه‌مند خواهند بود؟  
 ۲۵۲ زمان عادی برای بقای یک تمدن چقدر است؟  
 ۲۵۳ با این تفاسیر چه تعداد تمدن وجود دارد؟

## ۲۵۵ ۱۰. بقیه کجا هستند؟

- ۲۵۶ استعمار کهکشان راه‌شیری  
 ۲۵۹ دستگاه‌های فون نویمان، کهکشان را تسخیر می‌کنند  
 ۲۶۰ کاوشگران بریسول  
 ۲۶۳ حیات هوشمند فرازمینی وجود ندارد - ما استثنائی هستیم  
 ۲۶۴ خورشید - ستاره‌ی متوسط شما نیست  
 ۲۶۷ سیاره‌ای با شرایط مناسب  
 ۲۶۷ زمین: سیاره‌ای دوگانه با یک میدان مغناطیسی  
 ۲۶۹ آب: هدیه‌ای از آسمان؟  
 ۲۷۱ موجودات هوشمند فرازمینی وجود دارند - ولی  
 ۲۷۱ هیچ‌وقت آن‌ها را نخواهیم دید  
 ۲۷۱ تهدیدات درونی  
 ۲۷۴ تهدیدات بیرونی  
 ۲۷۷ آیا ما درون یک ذخیره‌گاه طبیعی هستیم؟



۲۷۸	آن‌ها در خانه می‌مانند
۲۷۹	تکنیکی فناوری
۲۸۰	فرضیه‌ی آسمان‌نما
۲۸۱	شاید ما اولین تمدن باشیم
۲۸۲	صافی بزرگ: آیا امیدی وجود دارد یا آخرالزمان نزدیک است؟
۲۸۴	استدلال آخرالزمان - پایان بشریت یا تمرین ذهنی متناقض؟
۲۸۶	نتیجه چیست؟

## ۲۸۹ ۱۱. ستی: جستجوی هوش فرازمینی

۲۹۰	چقدر ستی سخت است؟
۲۹۰	ابر تمدن کارداشف
۲۹۲	منتشر کردن یا نشت اطلاعات؟
۲۹۴	چطور یک سیگنال مصنوعی را پیدا می‌کنید؟
۲۹۵	اولین پیشگامان
۲۹۷	پروژه‌ی آزما
۲۹۹	دلفین‌ها در گرین بانک ملاقات می‌کنند
۳۰۰	CTA-102: اخطار اشتباه
۳۰۲	زنی که جایزه‌ی نوبل را نبرد
۳۰۵	پروژه‌ی سایکلاپس: آینده‌نگری در دهه‌ی ۱۹۷۰.
۳۰۸	سیگنال و آو ۱۹۷۷
۳۱۱	میلیون‌ها و میلیارد‌ها کانال
۳۱۲	ناسا آنالین و دوباره آفلاین می‌شود
۳۱۳	پروژه‌ی ققنوس
۳۱۴	پروژه‌ی سرن‌دپ
۳۱۶	ستی در خانه: یک انقلاب و یک موفقیت
۳۱۶	ستی در خانه چطور کار می‌کند؟
۳۱۹	ستی در نور اپتیکی
۳۲۲	پروژه‌ی آرگوس: فرصتی برای تازه‌کارها
۳۲۶	تحقیقات فعلی ستی
۳۲۷	ابتکارات خط شکن
۳۲۸	قلمروهای جدید
۳۳۰	تلسکوپ‌های رادیویی جدید
۳۳۲	روز تاریخی

## ۳۳۵ ۱۲. سفر به ستارگان

۳۳۶	روانشناسی و سیاست
-----	-------------------

- ۳۳۷ محدودیت‌های فیزیکی
- ۳۳۸ ستارگان نامزد شده
- ۳۴۰ سامانه‌های پیش‌ران
- ۳۴۰ پیش‌رانش موشک‌های شیمیایی
- ۳۴۲ پیش‌رانش موشک‌های الکتریکی
- ۳۴۳ کشتیرانی در فضا
- ۳۴۵ پیش‌رانش شکافت و گداخت / همجوشی
- ۳۴۶ پروژه‌ی شکارچی
- ۳۴۸ پروژه‌ی دایدالوس
- ۳۵۱ ایکاروس: فرزند دایدالوس
- ۳۵۳ رم‌جت باسارد
- ۳۵۵ فضاپیماهای لیزری
- ۳۵۷ روش‌های عجیب‌تر
- ۳۵۹ چرا باید این سفر را انجام بدهیم؟
- ۳۶۱ چگونه پروژه‌های واقع‌گرایانه درست کنیم؟
- ۳۶۲ این قرن یا قرن بعدی؟

### ۱۳. بیگانگان‌ها چه شکلی خواهند بود؟

- ۳۶۶ بیگانگان در جهان میکروسکوپی
- ۳۶۹ بیگانگان هوشمند
- ۳۷۲ آیا فرگشتی کیهانی وجود دارد؟
- ۳۷۵ کشمکش بین نظم و بی‌نظمی
- ۳۷۷ فرگشت فرهنگی
- ۳۷۸ آیا تکنیکی فناوری نزدیک است؟
- ۳۸۰ سیلیکون و الکترون به جای گوشت و خون؟

۲۸۲ پیوست ۱: اطلاعاتی از بعضی محققان

پیوست ۲: لیستی از موسیقی‌هایی که بر روی «صفحه‌ی طلایی»

۲۸۵ فضاپیماهای وویجر قرار گرفته است

۲۸۹ پیوست ۳: برای مطالعه‌ی بیشتر

۲۹۳ پیوست ۴: فرهنگ اصطلاحات

۴۰۵ نمایه

## مقدمه

همه باید این فرصت را داشته باشند تا به آسمانی تاریک و پرستاره نگاه کنند. در جهان امروز، بیش از نیمی از بشریت در شهرها زندگی می‌کنند. در بعضی از کشورها از هر ده نفر، هشت نفر در شهر زندگی می‌کنند. تماشای نیمه‌ی تاریک زمین از فضا نشان می‌دهد چقدر روشنایی شهر، بیشتر و بیشتر در کل سیاره‌ی زمین پخش شده است. این خطری رو به افزایش است که بسیاری از ما هیچوقت دیگر نتوانیم بفهمیم آسمانی پرستاره چه شکلی خواهد بود ولی با این حال، هنوز آن‌قدرها هم سخت نیست. فقط کافی است خوش‌شانس باشید هوا خوب باشد و در عصری پاییزی از شهر بیرون بزنید. هنوز کسی را نمی‌شناسم که این منظره را ندیده باشد. این منظره عمق زیادی دارد، نه تنها فیزیکی بلکه ذهنی، زیبایی‌شناسی و احساسی. آسمان شب، یادآوری عالی از چشم‌اندازهای حیات است. این که «چقدر کوچک و بی‌اهمیت هستیم»، واکنش مشترک ماست. البته من مخالفم. در عوض، احساس وابستگی با فضایی بی‌نهایت را دارم که دائماً نور خود را به زمین می‌فرستد.

بسیار شگفت‌انگیز است که علم مدرن، با وسعتی زیاد، رابطه‌ی نزدیک بین ما و جهان را تأیید می‌کند. اتم‌هایی که بدن ما را می‌سازند در فضا درست شده‌اند؛ هم در زمان آفرینش جهان و هم در طول فرآیندهای بعدی درون نسل‌های متفاوت ستارگان. این مسئله درباره‌ی مغز ما هم صدق می‌کند. براساس نظریه‌ی فرگشت داروین، اغراق نیست اگر بگوییم مغز هم برآمدی از جهان است. جسم یک و نیم کیلویی مغز باید به عنوان توسعه‌یافته‌ترین و منظم‌ترین گونه‌ی ماده‌ای که ما می‌شناسیم شناخته شود. با توجه به این موضوعات، برخلاف تصورات، ما کوچک نیستیم. حداقل روی زمین، ماده توسعه پیدا کرده و به هوش و دریافت حسی رسیده است، این حقیقتی قابل توجه است. حداقل روی زمین، جهان راهی پیدا کرده تا خود را مطالعه کند. مثل نوزادی که تازه متولد شده است، این فرصت را داریم تا تلاش کنیم جهان خود را درک کنیم. من باور دارم این وظیفه‌ی ماست تا این چالش را قبول کنیم و کتاب من بازتاب‌دهنده‌ی همین موضوع است. مشخص است که وقتی به آسمان نگاه می‌کنیم، این ایده به ذهن ما خطور

می‌کند که احتمال دارد جایی دیگر، موجودات هوشمندی وجود داشته باشند. احتمال دارد آن‌ها هم مثل ما به آسمان پرستاره خیره شوند و احتمالاً از وجود ما بی‌خبر باشند. آیا آن‌ها هم احساسات یکسانی دارند؟ آن‌ها هم مثل ما سوالات یکسانی می‌پرسند؟ تاکنون، تفکر این‌که به این سوالات جوابی بدهیم بی‌معنی به نظر می‌رسید. اصلاً چطور می‌توانیم این موضوع را بفهمیم؟

در سال ۱۹۹۵ این سوالات کمتر رنگ بی‌اهمیتی به خود گرفتند. برای اولین بار، ستاره‌شناسان تأیید کردند که به غیر از سامانه‌ی خورشیدی ما سیارات دیگری وجود دارند که به دور ستاره‌های دیگر می‌گردند. این کشف آغاز بهمنی از پیشرفت بود. در عرض ۲۰ سال، حدود ۲ هزار سیاره‌ی جدید کشف کردیم و در مدتی کوتاه اصطلاح خاص خود را دریافت کردند: سیارات فراخورشیدی. و همچنین این کشف خاستگاه یک رشته‌ی علمی جدید و رو به توسعه شد: اخترزیست‌شناسی. خوب، حالا که می‌دانیم سیارات بسیار شایع هستند و این‌که صدها میلیون سیاره، تنها در کهکشان خودمان، راه شیری وجود دارد، ناچاریم دوباره بپرسیم: آیا در جایی دیگر حیات وجود دارد؟

تلاش این کتاب، دادن یک پیش‌زمینه (به صورتی مردم‌پسند) در جستجوی حیات بیگانه است. همچنان که روزانه سیارات فراخورشیدی جدیدی گزارش می‌شوند، پیگیری این تحقیقات جالب است. دانشمندان دیگر، زندگی خود را وقف پیدا کردن پیام‌هایی از موجودات هوشمند کرده‌اند که باور دارند به سمت زمین سرازیر شده است و خود بشریت در حال فرستادن اطلاعاتی به فضا است که شاید یک روز، توسط کس دیگری دریافت شود.

من تلاش کرده‌ام در این کتاب، تمرکز خود را روی حقایق تحقیقات مدرن بگذارم. در عین حال، فضایی را به بعضی از گمانه‌زنی‌ها راجع به بیگانه‌ها و آینده‌ی بشریت اختصاص داده‌ام. بعضی از این مفاهیم، روی مرز قلمروی داستان‌های علمی تخیلی قرار می‌گیرند ولی باور دارم مسائل تا زمانی که در قلمروی علوم طبیعی قرار داشته باشند، مشکلی ایجاد نمی‌کنند. امیدوارم، خواننده بتواند هر از گاهی «حس شگفتی‌ای» را که اغلب حس می‌کنم را درک کند.

نوشتن این کتاب از جنبه‌های زیادی، چالش بزرگی بوده است. تحقیق درباره‌ی سیارات فراخورشیدی دائماً توسعه پیدا می‌کند و این حقیقت کتمان‌نشده‌ی است که حقایق آورده شده در این کتاب با گذر زمان منسوخ می‌شوند. من وب‌سایت مخصوصی ([www.peterlinde.net](http://www.peterlinde.net)) درست کرده‌ام که در آن آخرین اخبار، به همراه

پیش‌زمینه‌های زیادی درباره‌ی این موضوع در دسترس است. همچنین تلاش کرده‌ام از عبارات فنی زیاد، دوری کنم. در مواردی که این موضوع مقدور نبوده است در آخر کتاب، واژه‌نامه‌ای برای این عبارات درست کرده‌ام و توضیح آن عبارات علمی را در آنجا آورده‌ام.

موضوع کتاب حوزه‌های زیادی را پوشش می‌دهد و غیرممکن است که کسی بتواند در تمامی آن زمینه‌ها متخصص باشد. به همین خاطر از دوستان و متخصصانی کمک گرفته‌ام که دوست دارم در اینجا از آن‌ها تشکر بکنم. اولف آر جوهانسون<sup>۱</sup>، روزنامه‌نگار و دوستدار همیشگی ستاره‌شناسی، اطلاعات و شهادت زیادی به من بخشید. میکروبی‌شناس، لیف پیترسون<sup>۲</sup> اطلاعات زیادی را در بخش حیات اولیه روی زمین در اختیار من گذاشت. آندره جوهانسون<sup>۳</sup>، محقق سیارات فراخورشیدی در رصدخانه‌ی لوند، چندین بازنگری در بخش سیارات و سیارات فراخورشیدی انجام داد. بیورن استنهولم<sup>۴</sup> هم، مخصوصاً در بخش‌های ستی یا جستجوی هوش فرازمینی (SETI) و فرمول دریک همین کار را انجام داد. درباره‌ی چاپ انگلیسی اثر، می‌خواهم از کسانی که در نشر اشپرینگر کار می‌کنند و بخصوص مایک کارول، که از عصای جادویی خود استفاده کرد تا نسخه‌ی انگلیسی کتاب را بسیار خواندنی‌تر کند تشکر کنم. اگر هنوز با تمام تلاش‌های این عزیزان، اشتباهاتی در متن کتاب وجود دارد، تقصیر آن را کاملاً به گردن می‌گیرم.

در آخر، دوست دارم از کسانی که بسیار به من نزدیک هستند تشکر و قدردانی کنم. ایوا دگن‌گارد که در زندگی، کنار من بوده است و هنوز هم من را تشویق می‌کند و دختر جهانگردم، آماندا که وقتی در سال ۲۰۸۰ نود ساله شود، دنیایی بسیار متفاوت را تجربه خواهد کرد که امیدوارم دنیایی بهتر باشد.

## پیتر لینده

لوند، سوئد

1. Ulf R Johansson

2. Leif Petersson

3. Anders Johansen

4. Björn Stenholm

## چشم انداز کیهانی

فاصله‌های عظیم جهان، همیشه چالش بزرگی برای قوه‌ی درک انسان بوده است و این‌که جهان دائماً، هم از نظر فیزیکی و هم از نظر مفهوم‌سازی ما از آن، رشد می‌کند، کمکی به قضیه نکرده است. ادراک ما از جهان در طول قرون توسعه پیدا کرده است ولی در قرن اخیر انقلابی در آن پدید آمده است.

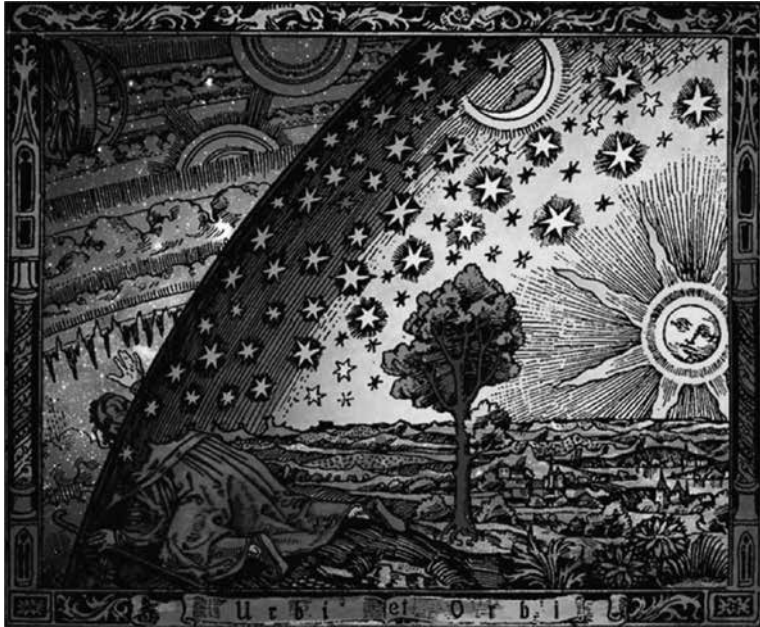
در کنار افزایش درک ما از ساختار و اندازه‌ی جهان، نقش و جایگاه بشریت نیاز به یک اصلاح آهسته داشت. زمین و همینطور بشریت دیگر در مرکز جهان نبودند. شاید زمان آن فرا رسیده است که نه تنها از نظر علمی، بلکه از نظر فلسفی و اخلاقی، قبول کنیم که این یک حقیقت است و چشم‌انداز وجود حیات در ماورای زمین را در ذهن نگه داریم. زمان آن فرا رسیده است که نگاه دقیق‌تری به این احتمال بیندازیم.

در این کتاب تلاش می‌کنم تا خلاصه‌ای از جهان احتمالات جدید را عرضه کنم. حالا دانشمندان تقریباً ۲۰۰۰ سیاره را شناسایی کرده‌اند که متعلق به ستاره‌ی دیگری است. آن‌ها تخمین می‌زنند که تنها در کهکشان ما می‌تواند صدها میلیون سیاره وجود داشته باشد. در این میان چیزهای دیگر را هم بررسی خواهیم کرد که چطور این اتفاق افتاده است. آیا تمدن‌های هوشمند دیگری در فضا وجود دارند؟ بیش از ۵۰ سال است که به فضا گوش سپرده‌ایم و تا به حال جواب مثبتی دریافت نکرده‌ایم ولی با این حال می‌خواهیم احتمالات تماس با موجودات فرازمینی هوشمند فرضی را بررسی کنیم. آیا اصلاً ما باید برویم و با آن‌ها ملاقات کنیم؟ فکر کردن به این موضوعات جایز است ولی آیا واقعیتی پشت این رویاها نهفته است؟

بگذارید با به دست آوردن درک واقعی از این‌که جهان چقدر بزرگ است شروع کنیم. ما درباره‌ی فواصلی بسیار عظیم صحبت می‌کنیم که برای هر نوع مشاهده، ارتباط یا تماس، باید طی شوند.

## جهان منبسط شونده

مشاهده‌کنندگان در روزگار قدیم برآورد واقع‌گرایانه‌ای از اندازه‌ی زمین، ماه و خورشید به دست آورده بودند. فاصله‌ی زمین تا ماه را می‌توان با کمک مثلاً گرفتگی‌های ماهی، با دقتی قابل قبول به دست آورد. در حالی که برای فاصله‌ی زمین تا خورشید، به طور فاحشی تخمین‌های نادرستی زده شده بود. همان‌طور که در شکل ۱۰۱ آمده است، در حالی که در دوران قرون وسطی پیشرفت علمی خاصی به دست نیامد اما همیشه کسانی بودند که می‌خواستند بیشتر بدانند. اولین تلسکوپ‌هایی که در قرن ۱۷ استفاده شدند، منجر به پیشرفت‌های اساسی



شکل ۱۰۱ در یک باسهمی چوبی که احتمالاً در دهه‌ی ۱۸۸۰ برای کتاب ستاره‌شناس فرانسوی، کامی فلاماریون<sup>۱</sup> درست شده، یک مرد قرون وسطایی نمایش داده شده است که می‌خواهد محدودیت‌ها را از بین برده و دانش جدید را کشف کند.

در دقت رسدها شدند. اکنون فاصله‌ی زمین تا خورشید و همین‌طور مقیاس کل سامانه‌ی خورشیدی ما نسبت درست‌تری داشت. بین روش‌های مختلف،

1. Camille Flammarion

## ۱: چشم‌انداز کیهانی ۱۷

ستاره‌شناسان از گذشتن سیاره‌ی زهره از مقابل خورشید استفاده می‌کردند. در قرن ۱۸ دانشمندان زیادی دست به سفرهای طولانی زدند تا این پدیده‌ی نادر را از مکان‌های مختلف زمین ببینند. آن‌ها به مقدار درست فاصله‌ی زمین تا خورشید، بسیار نزدیک شدند که امروزه بیش از ۱۴۹ میلیون کیلومتر تعیین شده است. این فاصله در حوزه‌ی ستاره‌شناسی به واحد (یکا) خاصی از اندازه به نام واحد نجومی (AU) تبدیل شد.

ولی تا ستاره‌ها چقدر فاصله بود؟ این که آن ستاره‌ها، خورشیدهای دوردستی بودند، به عنوان یک مفهوم متعارف در نظر گرفته می‌شد. از قرار معلوم، از آنجایی که ستاره‌های آسمان، بسیار کم‌نورتر از خورشید بودند، این فاصله باید بسیار زیاد می‌بود.

تیکو براهه<sup>۱</sup> جزء اولین کسانی بود که تلاش بسیاری برای اندازه‌گیری این فواصل انجام داد. روشی که او مد نظر داشت براساس این حقیقت بود که اگر شما از دو جهت مختلف به آن‌ها نگاه کنید، به نظر می‌آید اجسام نزدیک نسبت به اجسام دور حرکت کنند. این کار را به راحتی می‌توان با استفاده از چشم چپ‌تان و نگاه کردن به یک جسم نزدیک و توجه به موقعیت آن نسبت به پس‌زمینه‌ی آن نشان داد. با بستن چشم چپ و باز کردن چشم راست، آن جسم نسبت به پس‌زمینه (مثلاً یک دیوار) تغییر مکان می‌دهد. ما به آن انتقال زاویه‌ای اختلاف منظر جسم می‌گوییم. ایده‌ی کار این بود که اگر از نقاط متفاوتی از مدار زمین به دور خورشید، اندازه‌گیری‌های دقیقی انجام شود، ستارگان هم اختلاف منظر نشان می‌دهند (شکل ۲.۱). ولی اگرچه تیکو درست فکر می‌کرد و به بهترین ابزار اندازه‌گیری زاویه‌ای زمان خودش دسترسی داشت، نمی‌توانست چنین اختلاف منظرهایی را مشاهده کند و به همین منظور، نمی‌توانست مشکل را حل کند. در عوض، او نتیجه‌ای ظاهراً منطقی ولی بسیار غلط را گرفت که زمین در جهان هستی ثابت است.

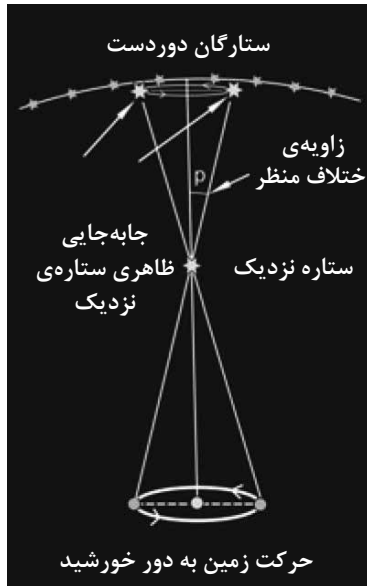
هیچ‌کس در آن زمان به اندازه‌ی وسیع شکاف بین سامانه‌ی خورشیدی ما و نزدیک‌ترین ستاره‌ها شک نکرده بود. ۲۰۰ سال دیگر طول کشید تا یک اختلاف منظر معتبر را بتوان اندازه‌گیری کرد و فردریش بسل<sup>۲</sup> در سال ۱۸۳۸ فاصله‌ی ما تا ۶۱ ماکیان، ستاره‌ای در صورت‌فلکی ماکیان را اعلام کرد. عدد به دست آمده‌ی او

1. Tycho Brahe

2. Friedrich Bessel



مشخص بود که بسیاری از آن‌ها باید فاصله‌ی بسیار بیشتری داشته باشند. مسلم بود که فاصله‌ی زمین تا ستارگان بسیار زیاد بود و درک بشر از اندازه‌ی جهان در یک



شکل ۲۱ اختلاف منظر ستاره‌ای اثری ظاهری است که با حرکت زمین تولید می‌شود (پیتر لینده)

لحظه تغییر کرد. ولی انقلاب در درک فواصل نجومی و مقیاس واقعی جهان تازه شروع شده بود. ستاره‌شناسان کم‌کم فهمیدند که خورشید، تنها یکی از میلیون ستاره‌ای است که در سامانه‌ی بزرگ‌تری از ستاره‌ها به نام راه شیری قرار دارد. اینطور ایده‌ها از زمان‌های دور وجود داشته است. کهکشان راه شیری را می‌توان مثل نواری از نور در سرتاسر آسمان شب دید. فیزیکدان و ستاره‌شناس مشهور قرن ۱۷، گالیلئو گالیلئی (گاليله)، با تلسکوپ کوچکش قادر بود تشخیص دهد که نور ضعیف، از مقادیر زیادی از ستاره‌های کم‌نور نشأت می‌گرفت که به طور منفرد، برای چشمان غیر مسلح قابل دیدن نبود. در قرن ۱۸ ستاره‌شناس انگلیسی، ویلیام هرشل تلاش کرد با محاسبه‌ی تعداد ستاره‌ها در جهت‌های متفاوت، موقعیت خورشید در کهکشان راه شیری را تعیین کند. اگرچه، او نتیجه‌گیری غلطی داشت که خورشید در مرکز کهکشان راه شیری قرار دارد. امروزه می‌دانیم

## ۱: چشم‌انداز کیهانی ۱۹

که این اشتباه به خاطر این حقیقت است که ابرهای تاریک، از گرد و غبار میان‌ستاره‌ای، اکثریت ستاره‌های کهکشان راه شیری را محو می‌کنند. حقیقتی که در دوران هرشل شناخته نشده بود.

در طول قرن ۱۹، دانشمندان مباحثه‌ای پرشور راجع به اندازه‌ی جهان را ادامه دادند. یک مشکل اصلی طبیعت به اصطلاح سحابی بود. بعد از معرفی تلسکوپ، مشاهده‌کننده‌ها فهمیدند که در آسمان چیزهای خیلی بیشتری از ستاره‌ها و چندین سیاره وجود دارد. اینجا و آنجا، یک نفر می‌توانست تکه‌های پراکنده‌ی نور از طبیعت ناشناخته را ببیند. بعضی از آن‌ها را می‌شد به عنوان ستاره‌های دنباله‌دار که به آهستگی نسبت به ستاره‌ها حرکت می‌کردند و اعضای آشکار سامانه‌ی خورشیدی خودمان تشخیص داد. در مقابل، تعدادی هم وجود داشتند که در موقعیت خود ثابت بودند و اصلاً تکان نمی‌خوردند. از آنجایی که می‌شد آن‌ها را با دنباله‌دارها اشتباه گرفت، محقق فرانسوی دنباله‌دارها، شارل مسیه<sup>۱</sup>، در قرن ۱۸ تصمیم گرفت تا کتاب فهرستی از چنین سحابی‌ها و اجسام تیره درست کند. این لیست که در نهایت حاوی ۱۱۰ جسم می‌شد، به نام فهرست مسیه شناخته شد. اجسام مسیه هنوز هم صندوق گنجی برای هر ستاره‌شناس تازه‌کاری است که آرزو دارد آسمان را با یک تلسکوپ کشف کند.

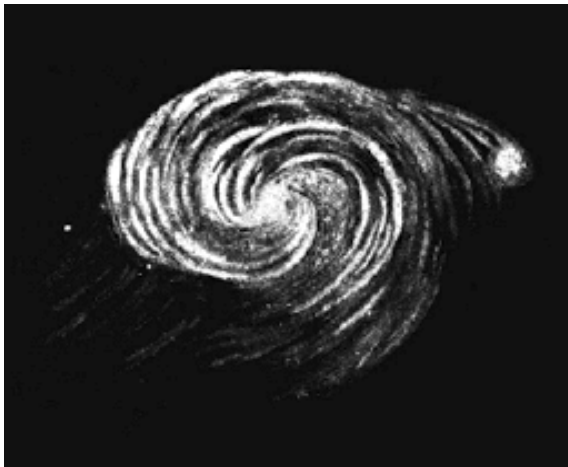
با پیشرفت تجهیزات، بالاخره می‌شد جزئیات اجسام را حل کرد. معلوم شد بعضی از اجسام، دسته‌های ستاره‌ای بودند که گاهی اوقات تعداد اعضای آن به ده‌ها هزار عدد می‌رسید. اگرچه، اجسام دیگر به صورت تکه‌های نور پراکنده باقی ماندند که به این‌ها سحابی می‌گفتند. در میان سحابی‌ها به نظر می‌رسید انواع مختلفی وجود دارد.

بزرگترین تلسکوپ آن زمان در سال ۱۸۴۷ توسط لرد راسه<sup>۲</sup> ساخته شد و در برکاسل، در وسط ایرلند قرار داده شد. این تلسکوپ با آینه‌ای با قطر تحسین برانگیز ۱۸۳ سانتی‌متری، می‌توانست نسبت به چیزی که قبلاً امکان‌پذیر بود، نور بسیار بیشتری به چشمان انسان بیاورد. با وجود این‌که وضعیت مناسب مشاهده در ایرلند زیاد خوب نبود، لرد راسه به اولین نفری تبدیل شد که ساختار سحابی‌ها را تشخیص داد. او به خاطر تصاویر مسیه ۵۱، که یک ساختار مشخص مارپیچ را نشان می‌داد مشهور شد.

1. Charles Messier

2. Lord Rosse

نبرد درباره‌ی طبیعت واقعی سحابی‌ها در طول قرن ۱۹ و قسمتی از ابتدای قرن ۲۰ جریان داشت. بسیاری پیشنهاد می‌دادند که سحابی‌ها ابرهای گازی هستند که در واقع بسیار دور هستند ولی بیشتر از چند ستاره با ما فاصله ندارند. دیگران می‌گفتند که سحابی‌ها از نور تعداد زیادی از ستارگان درست شده‌اند که از فاصله‌ای بسیار دور دیده می‌شوند. خیلی جالب بود که هر دو طرف تا حدی درست می‌گفتند. در همین حین، پیشرفت فناوری منجر به قابلیت‌های جدید شد. هم عکس‌برداری و هم طیف‌شناسی در میانه‌ی قرن ۱۹ اختراع شدند و با این



شکل ۳.۱ تصویر لرد راسه از M51 در سال ۱۸۴۵. بعداً معلوم شد این (سحابی) یک سامانه‌ی ستاره‌ای است؛ کهکشانی، با چندین میلیارد ستاره (ویلیام پارسونز)

روش‌های جدید، رصدکنندگان کشف کردند که سحابی، خطوط طیفی‌ای را نشان می‌دهد که گازها در آزمایشگاه‌ها نشان می‌دهند (ما در فصل ۵ نگاه دقیق‌تری به اسرار طیف خواهیم انداخت). ظاهراً، بعضی از سحابی‌ها اجسام گازی بودند، در حالی که بقیه، طیف ادامه‌داری را نشان می‌دادند که بیشتر شبیه به چیزی بود که شما از نور ستارگان کم‌نور انتظار دارید.

### جهان دوباره منبسط می‌شود

در آغاز قرن بیستم، نبرد در نقطه‌ی تعیین‌کننده‌ای قرار داشت و راه‌حل کار به دست آمد. در طول دهه‌ی ۱۹۲۰، درک ما از جهان متحمل حداقل یک انقلاب