فصلنامه علمی- تخصصی دانشجویی
زیست‌شناسی دانشگاه الزهرا(س)
شمارهٔ ۳۵ - پاییز ۱۳۹۹

در این شماره می‌خوانیم:

گزارش رقابت واکسن‌های COVID-۱۹

گزارش روش‌های نوین طراحی دارو

پروندهٔ این شماره:

زیست اخترشناسی، پرسش‌ها و چالش ها

به نام او ...

فصل‌نامه‌ی پاییز ۹۹- شماره‌ی ۳۵- سال ۱۵ ام

فصلنامه علمی- تخصصی دانشجویی زیست‌شناسی دانشگاه الزهرا(س)
شماره‌ی۳۵ - پاییز ۱۳۹۹

صاحب‌امتیاز: انجمن علمی دانشجویی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا(س)
مدیرمسئول: نگار خلیلی
سردبیر: شادی مرکبی ثابت
هیئت تحریریه: زهرا توکل-شیوا خوشخو- نیلوفرترکزاده- الهه حسین‌نیا- نگار خلیلی- شادی مرکبی ثابت
ویراستاری: شادی مرکبی ثابت-فاطمه دهقان-نگار خلیلی
استاد مشاور: سرکار خانم دکتر زهرا موسوی‌نژاد
صفحه‌آرا و طراح جلد: مرضیه انبری
چاپ: چاپخانه دانشگاه الزهرا
کارشناس نشریات: سرکار خانم زهرا وزیری
آدرس: تهران-ونک- ده ونک- دانشگاه الزهرا(س)-ساختمان معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه الزهرا(س)
رایانامه: DNAmagazine۹۸@gmail.com

ترتیب مطالب فهرست:

سخن سردبیر ۱
گزارش رقابت واکسن‌هایCOVID_۱۹ ..... ۲
خبر کنترل لیزر با DNA ۵
گزارش روش‌های نوین طراحی دارو ۶
توانایی مرواریدها در فراهم کردن امکانات جدید برای پردازش اطلاعات ۹

پروندهٔ این شماره:

زیست‌اخترشناسی قسمت چهارم ۱۰
مقاله‌ی خبری حیات فرازمینی ها ۱۵
معرفی کتاب: زیست‌اخترشناسی ۱۹

چندرسانه‌ای: معرفی دوره‌ی تخصصی ژنومیکس ۲۰

سخن سردبیر

در ایـن روزهـا کـه همـه بـه نوعـی مشـغول دسـت‌وپنجه نرم‌کـردن بـا شـرایط جدیـد هسـتیم، کسـب علـم ارزشـی دوچنـدان پیـدا کـرده اسـت؛ ارزشـی کـه بـا از دسـت دادن دانشـمندان بزرگمـان نـه تنهـا کـم نمی‌شـود، بلکـه هـر لحظـه بـه آن افـزوده می‌گـردد.

نشـریه‌های بسـیاری در حـوزهٔ زیست‌شناسـی فعالیـت دارنـد، امـا DNA نتیجـهٔ ۱۵ سـال تـلاش دانشـجویان الزهراسـت. مـا نیـز در نشـریهٔ DNA باهـدف گسـترش علـم و ادامـهٔ ایـن میـراث ۱۵ سـاله فعالیـت می‌کنیـم و می‌جنگیـم، می‌جنگیـم و می‌سـازیم. بـا شکسـت‌های بسـیاری مواجـه شـده‌ایم و می‌شـویم، ولـی همچنـان جلـو می‌رویـم.
ایـن اولیـن شـماره از سـال تحصیلـی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ اسـت و حاصـل تلاش اعضایـی تقریبـاً جدید!

در آخـر، از کسـانی کـه تابه‌حـال بـا مـا همـراه بوده‌انـد یـا از ایـن به‌بعـد مـا را می‌خواننـد، سپاسـگزارم و امیـدوارم ایـن مطالـب بـر ذهـن و جانشـان خـوش نشـیند.

شادی مرکبی ثابت
آذرماه ۱۳۹۹

رقابت برای اولین واکسن Covid-۱۹

زهرا توکل
دانشجوی دکترای پیوسته ی بیوتکنولوژی دانشگاه تهران
مدت زمان مطالعه: حدود ۹ دقیقه

مسیر ساخت واکسن و به‌طور کلی داروها، نیازمند سال‌ها تحقیق‌وبررسی است، به‌طوری که گاهی وقت‌ها این مسیر دشوار، بیش از ده سال زمان می‌برد. درواقع، مسئلهٔ اصلی، تایید صلاحیت دارو و اطمینان از نداشتن عارضه‌های جانبیِ مخرب آن است. به هر حال داروها موادی هستند، که برای سیستم ایمنی بدن جدیدند و تا آزمایشی روی بدن موجود زنده انجام نشود، تأثیرات دارو بر اجزای بدن مشخص نمی‌شود. این تأثیرات فقط به‌معنای بررسی اثربخشی دارو نیست، بلکه باید ببینیم چه تأثیرات غیرمستقیمی بر بدن می‌گذارد. بدین منظور، برای گرفتن تاییدیهٔ تولید دارو، دو مرحلهٔ کلیِ پیش‌بالینی (preclinical) و بالینی (clinical) وجود دارد. در مرحلهٔ اول، داروی ساخته‌شده در بدن حیوانات آزمایشگاهی آزمایش می‌شود، و درصورت موفق‌بودن، مرحلهٔ بعدی آغاز می‌شود، که آزمایش دارو در بدن انسان است. مرحلهٔ دوم نیز شامل سه زیرمرحله می‌شود. در زیرمرحلهٔ اول، دز و ایمنیِ دارو در تعداد کمی از افراد بررسی می‌شود. این دز باید به حدی باشد، که سیستم ایمنی را برای پاسخ‌دادن مؤثر به عامل بیماری‌زا، تحریک کند، از طرفی این پاسخ نباید از حدی بیشتر شود، که باعث مشکلات دیگری برای فرد گیرنده شود. در زیرمرحلهٔ دوم، دارو در جمعیت بزرگتری، یعنی صدها نفر، آزمایش می‌شود. حال باید تعیین کنیم، که این دارو در گروه‌های مختلف جامعه، اثر یکسانی دارد یا نه؟ در زیرمرحلهٔ سوم، جامعهٔ مدنظر به هزاران نفر می‌رسد. در این مرحله، اثر دارونماها (placebo) نیز بررسی می‌شود، یعنی به گروهی، دارو و به گروه دیگر دارونما تزریق می‌شود؛ سپس داوطلبان در معرض عامل بیماری‌زا قرار می‌گیرند، تا بررسی شود، که آیا افراد دریافت‌کنندهٔ دارونما هم از خود مقاومت نشان می‌دهند یا خیر؟ از آنجایی که دارونما، داروی واقعی نیست، اگر از دیدگاه آماری، افراد

دریافت‌کنندهٔ داروی حقیقی نسبت به دریافت‌کنندگان دارونما، به‌صورت معناداری مقاومت بیشتری نشان دهند، این به‌معنای اثربخش‌بودن داروست، در غیر این صورت، دارو اثری بر مقاومت بدن ندارد. عبور از این مرحله‌ها، فرایند تولید دارو را طولانی و پرهزینه می‌کند. اکنون که مهمترین هدف جهان، یافتن راهکاری برای مقاومت در برابر آلودگی ویروس کروناست، لازم است که این زمان طولانی برای دریافت تاییدیه کوتاه‌تر شود. ویژگی‌های لازم برای گرفتن تایید واکسن، آسان‌تر از قبل شده‌است و همچنین بعضی از شرکت‌ها، مرحله‌های تحقیقاتی را با یکدیگر ترکیب کرده‌اند تا زمان کمتری برای دست‌یابی به واکسن نیاز داشته باشد. از طرفی بعضی از شرکت‌های روسیه و چین، واکسن‌هایی را بدون آماده‌بودن نتایج حاصل از مرحله‌های تحقیقاتی تایید کرده‌اند ، ۱۲ واکسن به مرحلهٔ سوم راه یافته‌اند، که دربارهٔ تعدادی از آن‌ها صحبت می‌کنیم.

شیوه‌های مختلفی برای ساخت واکسن وجود دارد، اما وجه مشترک همهٔ آن‌ها، تحریک سیستم ایمنی به‌کمک آنتی‌ژن‌های سطحی خاصی از ویروس است. یکی از شیوه‌های ساخت واکسن، واکسن‌های مبتنی بر مادهٔ ژنتیک یا Genetic Vaccines هستند. با قرار دادن RNA یا DNA کدکنندهٔ پروتئین سطحی خاص (آنتی‌ژن) به درون واکسن، ، پس از ورود واکسن به بدن، این اسیدنوکلئیک‌ها ساخت پروتئین سطحی را شروع می‌کنند و درنتیجه سیستم ایمنی به این آنتی‌ژن‌ها واکنش نشان می‌دهد. واکسن شرکت Moderna با همکاری NIH یا (National Institutes of Health)، از نوع واکسن‌هایی‌ست که محتوای کدکنندهٔ پروتئین ویروسی آن mRNA است. پس از آزمایش بر روی میمون، در ماه مارچ این واکسن بر روی انسان نیز آزمایش شد، که نتیجه‌های متقاعدکننده‌ای داشت و درنهایت در ۲۷ جولای، وارد مرحلهٔ سوم شد. Moderna بعد از انتشار نتیجه‌های آزمایش، اعلام کرد که همچنان باید صبر کنیم، تا مشخص شود چند درصد از داوطلبان، به این ویروس آلوده شده‌اند و همچنین باید اثرهای جانبی آن بررسی شوند تا مشخص شود این اثرها حاصل از واکسن است یا علت دیگری دارد و فقط با زمان دریافت واکسن همراه شده‌است. اگر نتیجهٔ این تحقیقات بتواند خود را به ویژگی‌های درخواستی FDA برساند، تا آخر سال ۲۰۲۰ ، احتمال دارد که تاییدیهٔ تولید واکسن را بگیرد.

واکسن شرکت Pfizer ،که اخیرا بسیار خبرساز شده، با همکاری شرکت BioNTech آلمان تولید شده‌است. با اینکه اعلام کرده‌اند، این واکسن تا ۹۰ درصد موثر خواهد بود، مشکلاتی برای رساندن این واکسن از کارخانه به دست مردم وجود دارد. شامل؛ نگه‌داری این واکسن در دمای کم‌تر از ۸۰ درجهٔ سلسیوس (به‌علت ساختار ناپایدار mRNA) و نیاز به دوبار تزریق دارو. در ماه می، این شرکت‌ها دو نوع واکسن حاوی mRNA را وارد مرحلهٔ ترکیبی ۲ و ۱ کردند. هر دوی این واکسن‌ها در بدن داوطلبان آنتی‌بادی‌هایی علیه ۲-SARS-CoV تولید کردند و سلول T را نیز فعال کردند، همچنین یکی از دو نوع واکسن، به نام «BNT۱۶۲b۲»، عارضه‌های جانبی کمتری مانند تب و خستگی ایجاد کردند؛ درنتیجه دانشمندان این دارو را به مرحلهٔ ترکیبی ۳ و ۲ وارد کردند. در تحقیقات مشاهده شد، افرادی که یک دز دریافت می‌کنند، عارضه‌های جانبی اندک تا میانه‌ای را تجربه می‌کنند. در ۱۲ سپتامبر، شرکت‌ها تصمیم گرفتند تا این واکسن را در ۴۳ هزار نفر آزمایش کنند، که شامل گروهی از کودکان ۱۲ساله نیز می‌شد. درنهایت در ۸ نوامبر، اعلام شد که ۹۴ نمونهٔ اولیه نتیجه‌های خوبی نشان داده‌اند. اگر این واکسن تایید شود، تا پایان ۲۰۲۱، می‌توانند ۱,۳ میلیارد دز را روانهٔ بازار کنند.

نوع دیگری از واکسن‌ها، واکسن‌های مبتنی بر وکتورهای ویروسی یا Viral vector vaccines هستند. در این روش، به‌جای اینکه قطعهٔ ژنی را به‌طور مستقیم به بدن تزریق کنند، داخل یک وکتور ویروسی قرار می‌دهند و وارد بدن می‌کنند. این وکتور ویروسی بیماری‌زایی ندارد، اما با ورود به سلول‌های بدن و بیان‌شدن ژن‌هایش، آنتی‌ژن سطحی ویروس را تولید می‌کند و باعث تحریک سیستم ایمنی بدن می‌شود. شرکت‌هایی از روسیه و چین، به این روش واکسن خود را تولید کرده‌اند.

یکی دیگر از این واکسن‌ها، واکسن ساخت Beth Israel Deaconess Medical Center در بوستون است، که روش تولید آن برپایهٔ آدنوویروس (Adenovirus) و به‌طور دقیق‌تر، Adenovirus ۲۶ است. لازم به ذکر است، که در گذشته برای تولید واکسن ابولا از این ویروس استفاده کردند. پس از مطالعه روی میمون، در ماه جولای، این واکسن وارد فاز ترکیبی ۲ و ۱ شد و در سپتامبر وارد فاز سوم شد. برخلاف دیگر واکسن‌ها، این واکسن تنها یک دز برای عملکرد مناسب نیاز دارد. هدف شرکت این است، که در سال ۲۰۲۱ یک میلیارد دز تولید کند. در ۱۲ اکتبر، Johnson & Johnson اعلام کرد، که تحقیقات برای بررسی یکی از داوطلب‌ها متوقف شده است، چون به واکسن واکنش شدیدی نشان داده‌است، هرچند تحقیقات پس از ۱۱ روز تاخیر دوباره از سر گرفته شد. این شرکت پیش‌بینی می‌کند، که تا پایان سال بتواند نتایجی به دست آورد.

شرکت کانادایی Medicago، نیز با همکاری شرکت سازندهٔ سیگار Philip Morris، از گونه‌هایی از تنباکو برای تولید واکسن استفاده می‌کند. آن‌ها ژن ویروسی را وارد برگ‌های گیاه می‌کنند و سلول‌ها، پروتئین‌هایی مشابه پروتئین ویروسی را تولید می‌کنند. در ماه جولای، مرحلهٔ اول تحقیقاتی با همکاری GSK، تولیدکنندهٔ ادواجنت واکسن (برای تاثیر قوی‌تر بر سیستم ایمنی)، انجام شد. مرحلهٔ ترکیبی ۳ و ۲ این واکسن در ۱۲ نوامبر آغاز شد.

شرکت دیگری که از این روش استفاده می‌کند، شرکت AstraZeneca در دانشگاه آکسفورد است. ویروس حاملِ مدنظر آن‌ها، آدنوویروس شامپانزه به نام «ChAdOx۱» است. پس از تاییدِ عملکرد آن بر روی میمون، واکسن وارد مرحلهٔ ترکیبی ۲ و ۱ شد و درنهایت مشخص شد، که هیچ عارضهٔ جانبیِ جدی‌ای را بروز نداده‌است و ایمنی‌زایی موفق

بوده‌است، سپس واکسن وارد مرحلهٔ ترکیبی ۳ و ۲ شد و درنهایت مرحلهٔ سوم در برزیل، آفریقای جنوبی و آمریکا آغاز شد. شرکت اعلام کرده‌است، که در صورت دریافت تاییدیه، ظرفیتِ تولید ۲ میلیارد دز را دارد. در ۶ سپتامبر، AstraZeneca تحقیقات ساخت واکسن را برای مطالعه بر روی یک داوطلب که دچار نوعی التهاب شده بود، متوقف کرد. پس از یک هفته، تحقیقات در تمام کشورها به جز آمریکا از سر گرفته شد. در این زمان، روزنامه‌ای در برزیل اعلام کرد، که در ۲۱ اکتبر یکی از داوطلبان جان خود را به‌علت کرونا از دست داده‌است. AstraZeneca بدون هیچ توضیحی دربارهٔ آن داوطلب، به تحقیقات خود ادامه داد؛ هرچند بعضی از متخصصان نظرشان بر این است، که این داوطلب دارونما دریافت کرده‌است. این شرکت پیش‌بینی می‌کند، که تا پایان دسامبر، از ادامهٔ تحقیقات به نتیجه‌ای برسد.

روش دیگری برای تولید واکسن، واکسن‌های مبتنی بر پروتئین یا Protein-Based Vaccines است. در این روش ذره‌های پروتئینی ویروس به داخل بدن تزریق می‌شوند، نه ماده ژنتیکی آن‌ها. بعضی واکسن‌ها شامل یک پروتئین کامل هستند و بعضی فقط اجزایی از آن‌ها را دارند.

شرکت Novavax مریلند، این واکسن را با اتصال پروتئین به ذره‌های میکروسکوپی می‌سازد و واکسن‌های دیگری هم به این روش توسط این شرکت در حال ساخت هستند.

تحقیقات بر روی واکسن کرونا، در ماه مِی شروع شد. پس از آنکه نتیجه‌های مناسبِ تحقیقات بر روی میمون و انسان دریافت شد، مرحلهٔ دوم در ماه آگوست آغاز شد، که درنهایت کارایی و ایمنی واکسن را تضمین کرد. در ماه بعد نیز، تحقیقات وارد مرحلهٔ سوم شد. شرکت امیدوار است، که تا آغاز ۲۰۲۱ نتیجه‌های مناسبی به دست آورد و در یک‌چهارم ابتدایِ سال، ۱۰۰ میلیون دز برای ایالات متحده تولید کند. گروه دیگری از واکسن‌ها، با ضعیف یا غیرفعال‌کردن ویروس کرونا تولید می‌شوند و در گروهِ واکسن‌های مبتنی بر ویروسِ غیرفعال یا ضعیف‌شده (Inactivated or Attenuated Coronavirus Vaccines) قرار می‌گیرند. در این روش، مواد شیمیایی ویروس را ضعیف می‌کنند یا می‌کشند. این روش خطرهای زیادی دارد، چراکه ممکن است تعدادی از ویروس‌ها سالم بمانند و یا قدرت بیماری‌زایی خود را از دست ندهند. چندین شرکت در چین، به کمک این روش واکسن‌هایی را تولید کرده‌اند. شرکت هندیِ Bharat Biotech نیز با همکاری مؤسسه‌های تحقیقاتی دیگرِ هند، واکسنی به نام Covaxin را به این روش ساخته‌اند. تحقیقات بر روی همستر و میمون نشان داده‌است، که این واکسن در برابر عفونت مقاومت ایجاد کرده‌است. ۲۳ اکتبر، این واکسن وارد مرحلهٔ سوم شد، همچنین این شرکت اعلام کرده‌است، که زودتر از سال ۲۰۲۱ نمی‌تواند واکسن را آماده کند.

برای تولید گروه دیگری از واکسن‌ها از روش Repurposing یا Repurposed Vaccines استفاده می‌کنند، تا مرحله‌های تحقیقاتی برای توسعهٔ واکسن را کاهش بدهند. در این روش به‌جای طراحی واکسن از ابتدا، با روش‌های علمی، به دنبال واکسن‌های مشابهی می‌گردند، که تاکنون ساخته شده‌اند، یعنی برای هدفی دیگر از آن‌ها استفاده می‌کنند. این واکسن‌های مشابه، مسیرهایی را در بدن فعال می‌کنند، که همان مسیرهای مدنظر محققان برای مقاومت دربرابر کروناست. از آنجایی که این واکسن‌ها قبلا ایمنی‌شان تأیید شده‌است، گرفتن تاییدیه برای آن‌ها مسیر ساده‌تری دارد. موسسهٔ Murdoch Children's Research Institute استرالیا، واکسن Bacillus Calmette-Guerin را که کاربردش ایجاد مقاومت در برابر سل است را، وارد مرحلهٔ سوم کرده، تا مقاومت این واکسن در برابر عفونت کرونا را مطالعه کند. لازم به ذکر است که این گروه واکسن‌ها، در شمار ۱۲ واکسن واردشده به مرحلهٔ سوم، که در مجلهٔ نیویورک‌تایمز عنوان شده، نیامده است.

منبع:

https://www.nytimes.com/interactive/۲۰۲۰/science/coronavirus-vaccine-tracker.html

خبر کنترل لیزر با DNA

مدت زمان مطالعه: حدود ۳ دقیقه
الهه حسین‌نیا- شادی مرکبی ثابت
کارشناسی زیست‌فناوری دانشگاه الزهرا(س)

DNA، مادۀ وراثتیِ هسته‌ای، در تمام سلول‌های انسان و دیگر موجودات زنده است. علاوه بر اهمیت آن در زیست‌شناسی، DNA نقش ویژه‌ای در کنترلِ عملکرد بسیاری از وسایل فیزیکی ایفا می‌کند. اخیرا یک تیم تحقیقاتیِ بین‌المللی، در دانشگاه تکنولوژی نانیانگِ سنگاپور، با استفاده از فرآیند هیبریداسیونِ DNA، تحقیقاتی در زمینۀ ریزلیزرِ تعویض‌پذیر انجام داده‌است.

تاکنون پیشرفت‌هایی در ساخت ریزلیزرهایِ تعویض‌پذیر به دست آمده‌است، که توانایی کنترلیِ بسیار زیادی در برهم‌کنش‌های نورماده و فوتونیکِ یکپارچه دارد. به‌طور کلی، جهت‌دهیِ نوری، با ساختِ وسایل پیچیده یا برخی از رویکردهای فیزیکی به دست می‌آید؛ مانند اصلاح‌کردن ساختارها و ارتقادادن ضریب‌شکستِ حفره‌های لیزری. رابط‌های زیستیِ پاسخگو به محرک، برخلاف رابط‌های مصنوعی، از یک سیستم شناسندۀ زیستی استفاده می‌کنند، به‌طوری که در مقیاس نانو، عملکرد بهتری دارند. با وجود این، هنوز ایدۀ تغییر تابشِ لیزری با یک درک زیستی و توانایی تغییردادن طول موج و برگشت‌پذیری آن در یک دامنۀ طیفی گسترده، توجه‌ها را جلب نکرده‌است.

این تیم با به‌کارگیری DNA در یک ریزحفرۀ نوری، روشی جدید برای تغییردادنِ انتشار لیزر ایجاد کرده‌است. DNA یکی از ماده‌های زیستیِ بسیار قویِ شناخته‌شدۀاست که جفت‌بازهای برهم‌کنشی دارد و ساختن آن تحت کنترل است. DNA با داشتن توانایی برنامه‌ریزی و سرهم‌بندی ساختارهای خود، روش‌های مختلفی را برای ساختنِ رابط‌های زیستی DNA و طراحی پاسخ نوری ارائه می‌دهد. ریزحفرۀ نوری فابری-پروت (Fabry-Perot) شامل دو آینۀ دی‌الکتریک است، که در آن بلورهای مایع‌مانند اضافه شده‌اند تا قدرت اتصال DNA را افزایش دهند. برهم‌کنش قویِ ماده‌نور، توسط ریزحفره القا می‌شود تا بدین طریق، تغییرات ظریفی در داخل حفره و ماتریس‌های کریستال مایع ایجاد کند. وقتی که DNA تک‌رشته‌ای، روی تک‌لایۀ کاتیونیِ ماتریس جذب می‌شود، مولکولِ بلور مایع، از هموتروپیک به سطح تخت تغییر می‌کند. نتیجۀ تغییرات، حرکت مولکول‌های LC به سمت طول موج‌های کمترِ لیزر (blue-shift) با تقویتِ چشم‌گیر موج‌ها است. طولِ موج لیزر را با اتصال به بخش مکملِ خود، از طریق فرآیند هیبریداسیون DNA، می‌توان معکوس کرد.

پروفسور یوچنگ چن، نویسندۀ این مطالعه، بیان کرد: «از واکنش خاص بلور مایع و DNA، به‌عنوان قدرتِ جهت‌دهی و تغییر مسیر کریستال‌های مایع در ریزحفرۀ فابری-پرو استفاده کردیم تا تغییر پرتو لیزر در میان طول موج‌های مختلف به دست آید.»، این واکنش منجر به تغییرِ زمانی طول موج لیزر و شدتِ آن می‌شود. وقتی ssDNA (Single Strand DNA یا همان DNA تک رشته‌ای) ظاهر شود، تغییر طول موج لیزری به سمت blue-shift است. مطالعات تجربی و نظری نشان دادند، قدرت جذب محیط، سازوکار مهمی برای تعیینِ تغییرِ رفتارِ لیزر است.

اهمیت این مطالعه، معرفیِ مفهوم استفاده از زیست‌مولکول‌های آلی، برای تغییر منابع نور با طول موج‌های مختلف است. چن بیان کرد: «این نقطه عطفی در دستیابی به کنترلِ زیستی لیزر است.»، این تیم معتقد است که این مطالعه، با درکِ پیچیدگی مولکول‌های زیستی و شناخت آن‌ها، می‌توان ساختِ دستگاه‌های فتونیک برنامه‌ریزی‌شونده در مقیاس نانو را توسعه داد. با درکِ پیچیدگی توالی DNA و خودآگاهی آن، می‌توان نور لیزر را به‌طور کامل دست‌کاری و برنامه‌ریزی کرد. در آینده می‌توان با کمک این استعداد درونی، از نور لیزر برای کاربردهایی؛ مانند رمزگذاری داده‌ها و ذخیره‌سازی آن‌ها استفاده کرد.

منبع خبر:

November ۲۰۲۰ ,۱۲

https://nano-magazine.com/news/۱۲/۱۱/۲۰۲۰/controlling-lasers-with-dancing-dna

گزارش روش‌های نوین طراحی دارو

مدت زمان مطالعه: ۷ دقیقه
نام نویسنده: شیوا خوشخو
دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌فناوری میکروبی دانشگاه الزهرا(س)

کشف دارو فرآیندی است، که طی آن به‌کمک روش‌های مختلف؛ مثل روش‌های محاسباتی، آزمایشگاهی یا ترکیبی از این دو، داروهای جدید شناسایی می‌شوند. مراحل کشف و توسعه دارو: شناسایی ساختار رهبر، سنتز آنالوگ‌های مرتبط با آن و غربال‌گری آن‌ها برای به دست آوردن مولکول‌های منتخب.

زیست‌شناسی شامل، ژن درمانی، سلول درمانی و برداشتن پروتئین‌ها از منشاهای زیستی؛ مثل خون و پلاسما می‌شود. تکنولوژی DNA نوترکیب نیز، پروتئین‌های درمانی‌ای تولید می‌کند که با فرآیند تخمیر، در سلول‌های باکتریایی یا کشت سلولی در سلول‌های پستانداران به دست می‌آیند. اخیرا نیز داروها، با آنتی‌بادی‌های مونوکلونال ترکیب شده‌اند تا داروهای ترکیبی (conjugated) را ایجاد کنند.

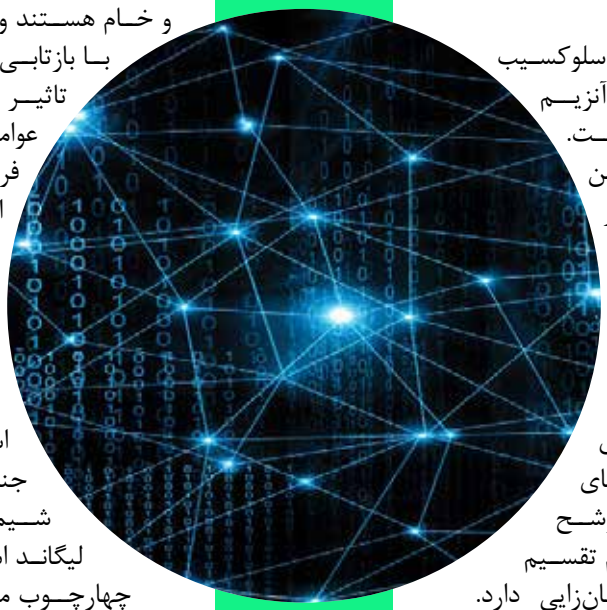
با وجود پیشرفت در درک سیستم‌های زیست‌شناختی، کشف دارو هنوز یک فرآیند طولانی، دشوار و با امکان موفقیت کم است. تخمین زده‌اند که از هر ۱۰۰۰۰ ترکیب سنتزشده در آزمایشگاه‌ها، تنها یکی از آن‌ها به‌عنوان دارو به مرحلهٔ استفادهٔ بالینی راه پیدا می‌کنند. این فرآیند می‌تواند طولانی باشد و تا حدود ۱۰ تا ۱۵ سال طول بکشد و هزینه‌های گزافی داشته باشد، که این موضوع را، به‌علت لزوم کیفیت زیاد دارو و رعایت استانداردهای ایمنی، باید قبل از دریافت تایید از FDA درنظربگیرند.

عکس بدون منبع

طراحی دارو، فرآیندی مبتکرانه برای یافتن داروهای جدید براساس شناخت یک هدف زیست‌شناختی است. به بیان ساده تر، طراحی دارو شامل ساخت مولکول‌هایی مکمل از نظر شکل و بارگیری، با مولکول‌های هدفی است که با آن‌ها تعامل و پیوند دارند.

اصطلاح هدف، برای توضیح محل اثر دارو استفاده می‌شود. برای تعیین یک درشت‌مولکول، به‌عنوان داروی مناسب

هدف مناسب دارویی است، دو نکته را درنظرمی‌گیرند:
یک- دیده‌شدن شواهدی مبنی بر اینکه مولکول مدنظر باعث درمان بیماری میشود.
دو- داروپذیربودنِ هدف؛ یعنی توانایی اتصال به مولکول کوچک را دارد و در اثر آن فعالیتش متعادل و کنترل می‌شود.
هدف، یک مولکول زیستی و کلیدی است (معمولا پروتئین یا اسید نوکلئیک) که در یک مسیر انتقالی پیام یا سوخت‌وسازی، با یک بیماری خاص، عفونی یا غیره مرتبط است. داروها معمولا با این هدف‌ها هدایت و طراحی می‌شوند: مهارکردن آنزیم‌ها، جلوگیری از فعالیت گیرنده‌ها و جایگاه‌های اتصال پروتئین، برهم‌زدن کنش‌وواکنش‌های بین پروتئین‌ها (معروف به بازدارنده‌ها). می‌توان با کمک علم بیوانفورماتیک و درک عمیق از رفتار مولکول‌های مهارکننده و مکمل‌های رسپتورلیگاند، داروهایی طراحی کرد که علاوه بر داشتن امتیازها و ویژگی‌های داروهای حاضر، بسیار اختصاصی‌تر عمل کنند و عوارض جانبی آن‌ها را نداشته باشند.
نمونه‌ای از داروهای مهارکننده، سلوکسیب (Celecoxib) تنها مهارکنندهٔ آنزیم سیکلواکسیژناز (COX) است. سیکلواکسیژناز، از مهم‌ترین آنزیم‌های ساختاری در تولید میانجی‌های التهابی بدن یا پروستونوئیدها (پروستاگلاندین‌ها، پروستاسیکلین‌ها و ترومبوکسان) است. این آنزیم به‌عنوان جزئی از واکنش‌های التهابی، در پاسخ به تحریک‌های خارج سلولی، خیلی سریع ترشح می‌شود و نقش مهمی در نظیم تقسیم سلولی، تمایززدایی و سرطان‌زایی دارد.
سلوکسیب که هنوز به‌میزان زیاد در بازار دارویی ایالات متحده وجود دارد، به‌نظر می‌رسد از سایر داروهای هم‌خانواده‌اش مناسب‌تر است و برای درمان درد، تورم و خشکیِ ناشی از آرتروز یا سائیدگی مفصلی به‌کار می‌آید. همچنین از این دارو می‌توان در تسکین دردهای ناشی از کشیدگی عضلات، رگ‌به‌رگ‌شدن، کشیدگی تاندون و رباط‌ها یا دردهای استخوانی بعد از عمل جراحی استفاده کرد.
غربال‌گری مولکول هدف بعد از شناسایی، تولید و خالص سازیِ آن، کاری ضروری است. غربال‌گری،بررسی رایانه‌ایِ کتابخانهٔ بزرگی از مولکول‌های کوچک است و به دو دسته تقسیم می‌شود:
یک- غربال‌گریِ مبتنی بر ساختار یا طراحی دارویِ مستقیم؛ متکی به دادهٔ سه‌بعدی به دست آمده از ساختار هدف زیستی از طریق روش‌هایی؛ مثل کریستالوگرافی، اشعهٔ ایکس یا طیف‌سنجی NMR



دو- غربال‌گریِ مبتنی بر لیگاند یا طراحی‌داروی غیرمستقیم؛ متکی به دادهٔ سایر مولکول‌های وابسته به هدف زیستی
به چند علت، به رویکردهای جدیدتری برای طراحی دقیق ترکیبات، پیش‌بینی فعالیت زیستی آن‌ها و الویت‌بندی سنتز آن‌ها نیاز داریم. علت‌هایی؛ مانند احتمال شکست در مرحله‌های انتهاییِ تولید دارو، پرهزینه‌بودن روش‌های جدید برای بررسی تاثیرِ دارو در مرحله‌های مولکولی و همچنین پیداکردن هدف مناسب و موثر به‌عنوان دارو. پیشرفت‌های چشمگیر فناوری، سهم درخور توجه‌ای در ایجاد طرحی منطقی برای تولید دارو دارد، پیشرفت در زمینه‌هایی؛ مانند تعیین ساختار درشت‌مولکول‌های زیستی، علوم کامپیوتر و زیست‌شناسی مولکولی.
سهم و اهمیتِ ابزار و روش‌های طراحی محاسباتی، در کشف مواد دارویی دیگر جای بحث ندارد. اکنون همهٔ شرکت‌های دارویی و بیوتکنولوژی از آن‌ها استفاده می‌کنند. در سطح پایه و ابتدایی، این ابزار، جایگزینی برای مدل‌های ماشینی و خام هستند و توسط نمایشگرهای ساختاری، با بازتابی دقیق از مولکول داروی واقعی، تاثیر انرژی جنبشی، حلال و دیگر عوامل را بر هدف نشان می‌دهند. فراتر از این، در سطح تئوری، امکان محاسبهٔ انرژی‌های آزادِ اتصال‌دهنده و سایر خواص مولکولی مرتبط، وجود دارد.
طراحیِ مولکولی دارو به‌کمک کامپیوتر، فناوری‌ای نوظهور، برای شناسایی فارماکوفورها است، که از دانش مربوط به جنبه‌های ساختاری و فیزیکی و شیمیاییِ میان‌کنش بین گیرنده و لیگاند استفاده می‌کند. فارماکوفور یک چهارچوب مولکولی است، که ویژگی‌های ضروری ایجادکنندهٔ فعالیت‌های زیستیِ دارو را با خود حمل می‌کند. پیشرفت در زیست‌شناسی ساختاری، که امکان تجسم محل‌های پیوند بر روی پروتئین‌ها را فراهم می‌کند، اجازه می‌دهد داروها به‌کمک کامپیوتر در فضای پروتئین مدنظر قرار بگیرند. درواقع محققان از این روش کامپیوتری برای تصویرسازی منفی (عکس تصویر واقعی) جایگاه فعال آنزیمی استفاده می‌کنند؛ سپس باکمک پایگاه داده، ماده‌ای شیمیایی پیدا می‌کنند،که با جایگاه فعال آنزیمی به‌دست‌آمده، مکمل باشد.
عکس بدون منبع
اساسی‌ترین هدف در طراحی دارو، پیش‌بینی جواب این مسئله است، که آیا مولکول مدنظر به هدف متصل می‌شود یا خیر؟ اگر جواب مثبت است، این اتصال چقدر قوی است؟ برای به‌دست‌آوردن قدرت تعامل بین مولکول کوچک و هدفِ زیستی، از دینامیک مولکولی استفاده می‌شود. همان طور که گفتیم، چندین فناوری

برای کاهش زمان و هزینه‌های فرآیند تولید دارو، توسعه یافته‌است که یکی از آن‌ها طراحی دارو به‌کمک کامپیوتر است، (computer-aided drug design یا CADD).

طی CADD، برای تولید ایده‌های منطقی، که چگونه مولکول‌ها را ایجاد یا اصلاح‌کنند و برای تصمیم‌گیری در اجرای فرآیند طراحی دارو، از منابع محاسباتی، الگوها و تجسم سه‌بعدی استفاده می‌کنند. برای پیش‌بینی ترکیب مولکولی و مدل‌سازی تغییرات ساختاری مولکول هدف، از طراحی‌دارو به‌کمک کامپیوتر استفاده می‌شود. داکینگ مولکولی، از روش‌های موثر برای مشخص‌کردن میزان برهم‌کنش بین مولکول‌هاست که به‌کمک آن می‌توان مناسب‌ترین جهت‌گیری را برای لیگاند انتخاب کرد. یکی از کاربردهای طراحی‌داروی نوین به‌کمک کامپیوتر، به‌کارگیری روش‌های محاسباتی کامپیوتری و مدل‌سازی مولکولی، برای دست‌یابی به داروهای سرطانی جدید است.

در دهۀ گذشته برخلاف پیشرفت‌های چشمگیر در زمینۀ پاتولوژی سرطان، تولید داروهای جدید در این زمینه رشد چندانی نداشته‌است. بر اساس آمارهای اخیر، که نشان می‌دهد سرطان دومین عامل مرگ‌ومیر در جهان است و همچنین مشکلات داروهای موجود؛ مثل سمی‌بودن و مقاومت کم آن‌ها (که باعث مقاومت دارویی سرطان‌ها می‌شود)، به نظر می‌رسد، که توسعۀ داروهای قوی و اختصاصی ضد سرطان کاری ضروری است. در روش‌های سنتی، ابتدا دارو را طراحی و سپس در آزمایشگاه ارزیابی می‌کنند. در این روش، به‌علت مشخص‌نبودن سلول‌های هدف داروی ساخته‌شده و بررسی‌کردن تمام رده‌های سلولی سرطانی برای ارزیابی عملکرد دارو، هزینه و زمان تحقیقات افزایش می‌یابد و تولید داروهای جدید به‌کندی پیش می‌رود.

با توجه به اهمیت روزافزون نقش کامپیوتر در طراحی‌دارویِ نوین، رشد درخور توجه تعداد مقالات و کارهای انجام‌شده در این زمینه نسبت به دهۀ گذشته، امیدبخش است. در این روش، با شناخت مولکول دارو و گیرندۀ درون بدن و استفاده از روش‌های ارزیابی‌کنندۀ برهم‌کنش این ترکیبات درون بدن، زمان و هزینۀ دست‌یابی به داروهای جدید صرفه‌جویی می‌شود. در این روش‌های محاسباتی، برای یافتن منتخب‌های جدید دارویی، از روش‌هایی استفاده می‌کنند، که شباهت‌های ساختاری، شیمیایی و عوارض جانبی پروتئین‌ها را در نظر می‌گیرند، که نتیجۀ آن، کاهش تعداد مولکول‌های ساخته‌شده برای پیداکردن ترکیب دارویی رهبر، بالابردن سرعت آزمایش‌ها با پیش‌بینی اعتمادکردنی و همچنین کاهش استفاده از حیوانات آزمایشگاهی و مواد واکنش‌گر است.

تا سال ۱۳۹۵، ۶۸۰ ژن و ۵۴۵ پروتئین مرتبط با ۱۰۲ سرطان مختلف شناسایی شده‌است. با هدف درنظرگرفتن آن‌ها، سازمان غذا و دارو (FDA) ۱۳۷۰ دارو را تایید کرد، که ۱۰۵۶ تا از آن، مولکول کوچک و ۳۱۴ تا از آن مولکول‌های زیستی بودند. از سال ۱۳۹۵ تا کنون، به‌علت سرعت زیاد پیشرفت این ابزارها و توسعۀ علم در زمینه‌های مختلف زیست‌شناسی، ژنتیک، بیوانفورماتیک و دیگر رشته‌ها، بااطمینان تعداد این داروها بیشتر شده‌است. این روش در دو دهۀ اخیر توسعه پیدا کرده و به یکی از شاخه‌های علمی مهم تبدیل شده‌است. درحال حاضر، طراحی دارو به‌کمک کامپیوتر به‌عنوان یکی از ابزارهای مفید توسعۀ منطقی داروها، توجه‌ها را به خود جلب می‌کند. این روش زیر مجموعه‌ای از طراحی دارو، از روی ساختار است، که زمان لازم برای شناسایی و طراحی ترکیبات دارویی و بهینه‌سازی ساختار آن‌ها را به حداقل می‌رساند.

تعیین اهداف مولکولی جدید برای درمان دارویی، با تمرکز روی طراحی دارو، به مقدار زیادی از نظر مالی تامین می‌شود، بنابراین بدون شک روش‌های خودکار ساخت ترکیبات و ارزیابی آن‌ها، نقش مهمی در آینده و صنعت داروسازی ایفا خواهد کرد.

ما در این شماره، سعی کردیم با مروری کلی بر اهمیت و کاربرد روش‌های جدید طراحی دارو، شما خوانندگان عزیز را هرچه بیشتر با این صنعت پرکابرد و جذاب آشنا کنیم. در شماره‌های بعدیِ نشریۀ DNA، به گستره‌های دیگر این موضوع می‌پردازیم؛ از جمله اهمیت و ضرورت طراحی‌داروی نوین در درمان بسیاری از بیماری‌های خاص، یادگیری روش‌های مختلف و تجاری‌سازی و کاربرد آن در شرکت‌های دارویی بزرگ در سراسر جهان.

همچنان با ما همراه باشید تا در کنار هم، گامی کوچک برای پیشرفت و آگاهیِ یگدیگر برداریم.

منابع

Lundblad, R. L. (۲۰۱۶). Drug Design. In Encyclopedia of Cell Biology (Vol. ۱). Elsevier Ltd. https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/B-۹۷۸-۴,۱۰۰۱۵-۳۹۴۴۴۷-۱۲-۰X

Daina, A., Blatter, M. C., Baillie Gerritsen, V., Palagi, P. M., Marek, D., Xenarios, I., Schwede, T., Michielin, O., & Zoete, V. (۲۰۱۷). Drug Design Workshop: A Web-Based Educational Tool to Introduce Computer-Aided Drug Design to the General Public. Journal of Chemical Education, ۳۴۴-۳۳۵ ,(۳)۹۴.

Schuster, D., Laggner, C., & Langer, T. (۲۰۰۵). Why drugs fail-a study on side effects in new chemical entities. Current pharmaceutical design, ۳۵۵۹-۳۵۴۵ ,(۲۷)۱۱.

Forster, M. J. (۲۰۰۲). Molecular modelling in structural biology. Micron, ۳۸۴-۳۶۵ ,(۴)۳۳

Farber, G. K. (۱۹۹۹). New approaches to rational drug design. Pharmacology & Therapeutics, ۳۳۲-۳۲۷ ,(۳)۸۴

http://en.wikipedia.org/wiki/Drug_development

حق خواه, لاری, یزدانی. (۲۰۱۷). به کارگیری روش های محاسباتی رایانه ای و مدل سازی مولکولی در دست یابی به داروهای ضدسرطان نوین. مجله علوم پزشکی زانکو, (۱۷)۵۵، ۷۹-۸۹.

اسدی, علی ویسی, نوراللهی مقدم. (۲۰۱۷). طراحی مهارکننده دارویی آنزیم سیکلو اکسیژناز ۲ جهت کاهش التهاب و درد. دانشگاه علوم پزشکی ایلام (۲۴)۶، ۲۰۳-۲۱۲.

توانایی مرواریدها در فراهم‌کردن امکانات جدید برای پردازش اطلاعات

مدت زمان مطالعه: ۲حدود دقیقه
الهه حسین‌نیا- شادی مرکبی ثابت
کارشناسی زیست‌فناوری دانشگاه الزهرا(س)

مرواریدها به‌علت زیبایی خاص و منحصربه‌فردشان از دیرباز جلب نظر می‌کرده‌اند. در حال حاضر، پژوهشگران دانشگاه «پردو»، از آن‌ها باهدف فراهم‌کردن فرصت‌های جدید، برای پردازش اطلاعات طیفی استفاده می‌کنند، که می‌توانند برای طیف‌سنجی در کاربردهای پزشکی و نظامی به کار روند. این محققان با ایجاد یک طیف‌سنج مرواریدی، پردازش اطلاعات را به کمک انتقال نور نشان دادند.

اسپکترومتری، برهم‌کنش ماده و نور را به‌عنوان تابعی از طیف الکترومغناطیسی بررسی می‌کند و معمولا در کاربردهای پزشکی و نظامی استفاده می‌شود؛ مثلا از آن‌ها برای تشخیص انواع مختلف سرطان و تشخیص گاز نظامی استفاده می‌شود. یانگ کیم، دانشیار مهندسی پزشکی در پردو عنوان کرد: «متاسفانه، استفادۀ گسترده و عملی از طیف‌سنجی، بیشتر به‌علت نیاز و نبودن طیف‌سنج‌های معمولی محدود می‌شود. طیف‌سنج‌های فعلی متکی بر مونتاژ دستگاه‌های پیچیده، هم‌ترازی با دقت زیاد و اندازۀ فیزیکی بزرگ هستند، که همگی استفاده از طیف‌سنج‌های موجود را با محدودیت مواجه می‌کنند.»

کیم اظهار داشت: «کشف کردیم، که مروارید یک شی طبیعی ایده‌آل برای جای‌گزیدگی نور اندرسون (Anderson light localization) است. این پدیده که به نام فیلیپ اندرسون، برنده جایزۀ نوبل نام‌گذاری شده‌است، چگونگی روشن و خاموش‌شدن نور در داخل مواد را به‌علت پراکندگی قوی آن‌ها توصیف می‌کند». یونسانگ کواک، یکی از اعضای تیم در آزمایشگاه پردو می‌گوید: «جای‌گزیدگی نور اندرسون (Anderson light localization) تصادفی‌بودن بالایی را نشان می‌دهد، که برای سنجش فشاری، به‌ویژه برای انجام پردازش اطلاعات با یک فاکتور نازک، اتصال‌دادن سادۀ یک فیلتر چند طیفی مرواریدمانند، بر روی یک دوربین معمولی بسیار مفید است». باتوجه به گفته‌های کیم، استفادۀ مستقیم از مروارید، گزینۀ خوبی برای تولید انبوه فیلتر چندطیفی نیست. درعوض، مرواریدها این امکان را می‌دهند، که نانوساختارهای نامنظم را، به‌کمک جای‌گزیدگیِ نور اندرسون (Anderson light localization) طراحی کنند و یک گروه جدید از دستگاه‌های پردازش اطلاعات طیفی ایجاد شود.

محققان پردو در ادامۀ کشف جدیدشان، در تلاش هستند ایده‌ای را از تلفیق‌کردن خواص ماده و دیجیتال برای دانشمندان فراهم کنند، که می‌تواند برای نوآوری در کاربردهای پزشکی و دفاعی مفید باشد.

منبع:
November ۲۰۲۰ ,۱۳
https://nano-magazine.com/news/۱۳/۱۱/۲۰۲۰/pearls-may-provide-new-information-processing-options-for-biomedical-military-innovations

زیست‌اخترشناسی قسمت چهارم

مدت زمان مطالعه: حدود ۱۱ دقیقه
نویسنده : نیلوفر ترک‌زاده
دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی، دانشگاه آزاد واحد فلاورجان اصفهان
در ادامه‌ی مسیری که از شماره‌ی پاییز ۹۸ شروع کردیم می‌خوانیم:

چکیده

سازمان‌دهی سلولی پروکاریوت‌ها، اساساً با یوکاریوت‌ها متفاوت است. دو نوعِ بسیار متفاوت از پروکاریوت‌ها در زمین وجود دارند، که در شاخهٔ باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها رده‌بندی می‌شوند. بیشتر زیست‌شناسان معتقدند، که این پروکاریوت‌ها و باکتری‌ها در زمان‌های خیلی قدیم از یکدیگر جدا شده‌اند. تشخیص‌دادن شکل سلولی به‌روش آزمایش میکروسکوپی، مرحلهٔ مهمی در شناسایی پروکاریوت‌هاست. می‌دانیم که چگونه یک جاندار، دو منبع اصلیِ خود، یعنی کربن و انرژی را به دست می‌آورد. پروکاریوت‌ها نسبت به یوکاریوت‌ها گوناگونی تغذیه‌ای بسیار بیشتری دارند. بسیاری از پروکاریوت‌ها اتوتروف (خود غذاساز) هستند؛ مثل سیانوباکتری‌ها که از نور خورشید برای کسب انرژی و از CO_2 برای تامین کربن استفاده می‌کنند. این کار را از راه فتوسنتز انجام می‌دهند و به فوتواتوتروف‌ها معروفند. بزرگترین گروه پروکاریوت‌ها؛ مانند روش تغذیه‌ای جانوران، انرژی و کربن را از مولکول‌های آلی به دست می آورند. نخستین پروکاریوت، به‌علت سوخت‌وساز بسیار ساده‌اش، به تعداد اندکی آنزیم نیاز داشته‌است و در محیطش تقریبا هیچ اکسیژنی وجود نداشته؛ درنتیجه روش سوخت‌وسازی آن بی‌هوازی بوده‌است. بعید می‌دانیم، که ابتدایی‌ترین جانداران می‌توانستند از نور خورشید به‌عنوان منبع انرژی استفاده‌کنند؛ چون انجام چنین کاری به یک سری آنزیم‌های پیچیده نیاز دارد. آرکی باکتریِ ساکن محیط‌های افراطی، دارای پروتئین‌های غیرمعمول و سایر سازگاری‌های مولکولی هستند، که به آن‌ها توانایی سوخت‌وساز و تولیدمثل مؤثر را می‌دهند. پژوهشگران با کسب داده‌ها دربارهٔ آرکی‌باکتری‌ها آن‌ها را به سه گروه تقسیم کرده‌اند شامل: هالوفیل‌هایِ افراطی (نمک‌دوست)، هایپرترموفیل‌ها (حرارت‌دوست)، و متانوژن‌هایی، که در محیط‌های بی‌هوازی زندگی می‌کنند و متان را به‌عنوان یک مادهٔ زائد پس می‌دهند. سیانوباکتری‌ها، یکی از گروه باکتری‌هایِ فتوسنتزکننده هستند،که در دریاچه‌ها، آبگیرها و اقیانوس‌های مناطق گرمسیری یافت می‌شوند.

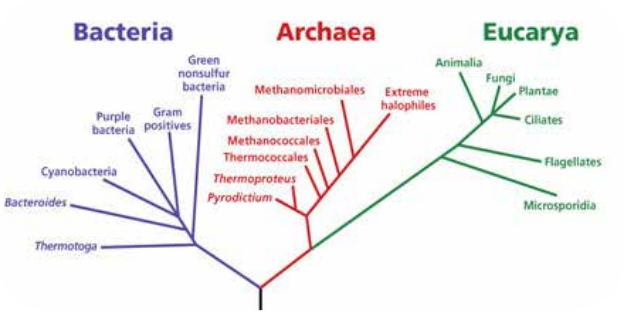
خاستگاه و تکامل موجودات میکروبی

باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها دو گروهِ اصلی فرگشت‌یافتهٔ پروکاریوتی هستند.

می دانیم، که سازمان‌دهی سلولیِ پروکاریوت‌ها، از اساس با یوکاریوت‌ها تفاوت دارد. سلول‌های یوکاریوتی دارای هستهٔ و تعداد زیادی اندامکِ محصور در غشا هستند، در صورتی که سلول‌های پروکاریوتی بدون این ساختارها هستند. دو نوعِ بسیار متفاوت از پروکاریوت‌ها در زمین وجود دارند، که در شاخهٔ باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها رده‌بندی می‌شوند. بیشتر زیست‌شناسان معتقدند، که این پروکاریوت‌ها و باکتری‌ها در زمان‌های خیلی قدیم از یکدیگر جدا شده‌اند. اساسی‌ترین تفاوتِ این دو شاخه از موجودات، در اسیدنوکلئیک‌های آن‌هاست. پژوهشگران ابتدا روی یک نوع از RNA ریبوزومی (rRNA)، یعنی نوعی که در تمام پروکاریوت ها و یوکاریوت ها پیدا می‌شود، تمرکز کردند و با مقایسهٔ توالی‌های نوکلئوتیدی، به کشف‌های جالبی دست یافتند. پژوهشگران وقتی تعداد زیادی توالی‌های کوتاه rRNA را شناسایی کردند، توانستند باکتری‌ها را از آرکی‌باکتری‌ها تشخیص دهند. در تعدادی از نمونه‌ها، توالی آرکی‌باکتری‌ها با یوکاریوت‌ها یکسان است. اخیراً، پژوهشگران روی DNA متمرکز شده اند و ژنوم آرکی‌باکتری‌ها و باکتری‌ها را به‌طور کامل توالی‌یابی کرده‌اند. وقتی‌که این توالی‌ها با یکدیگر و با ژنوم یوکاریوت‌هایی؛ مانند مخمر مقایسه شدند، این توالی‌های ژنومی به‌شدت نظریهٔ سه‌قلمرویی موجودات زنده را تایید کردند. تعدادی از ژن‌های آرکی‌باکتری‌ها شبیه ژن‌های باکتریایی و تعدادی دیگر شبیه ژن‌های یوکاریوتی هستند، البته به نظر می‌رسد که تعدادی از ژن‌ها منحصر به آرکی‌باکتری‌ها باشند. اکنون خیلی کوتاه به برخی از تفاوت‌هایِ اصلی بین باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها می‌پردازیم، که شامل تفاوت در توالی‌های rRNA، ماشینِ سلولی بیان ژن، RNA پلیمرازها، حضور اینترون‌ها در میانِ ژن‌ها و حساسیت به برخی آنتی‌بیوتیک‌های مهارکنندهٔ ساختِ پروتئین‌ها، می‌شوند. تفاوت‌های دیگر بین باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها در غشاها و دیواره‌های سلولی آن‌هاست. تقریبا، اکثر پروکاریوت‌ها، یک دیوارهٔ سلولی در خارج از غشای پلاسمایی خود دارند. دیواره شکل سلول را حفظ می‌کند و باعث محافظت فیزیکی از آن می‌شود و می‌توانیم نتیجه بگیریم، که آرکی‌باکتری‌ها بیشتر شبیه یوکاریوت‌ها هستند تا باکتری‌ها و ممکن است به این

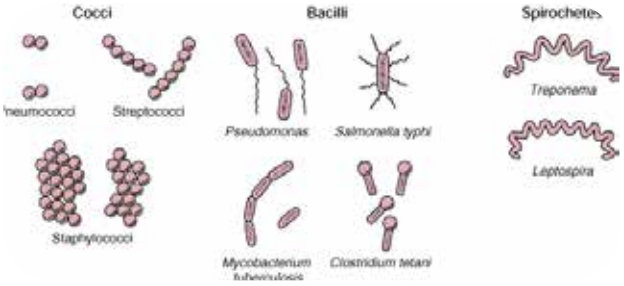
معنی باشد، که آرکی‌باکتری‌ها ارتباط نزدیکتری با یوکاریوت ها دارند.

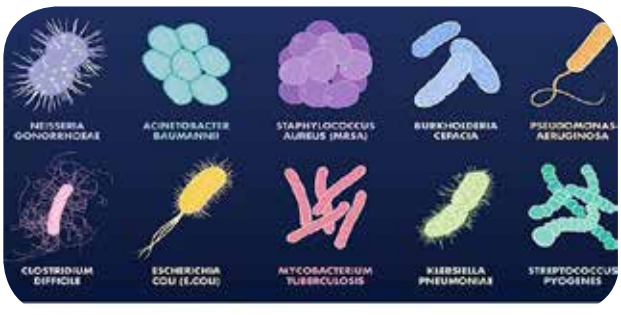
طبق فرضیه‌ای رایج، آرکی‌باکتری‌های جدید و یوکاریوت‌ها از یک نیای مشترک مشتق شده‌اند، اما با توجه به شواهد، مبادلهٔ ژنی میان این سه قلمرو پیچیده است.



پروکاریوت‌ها شکل‌های گوناگونی دارند

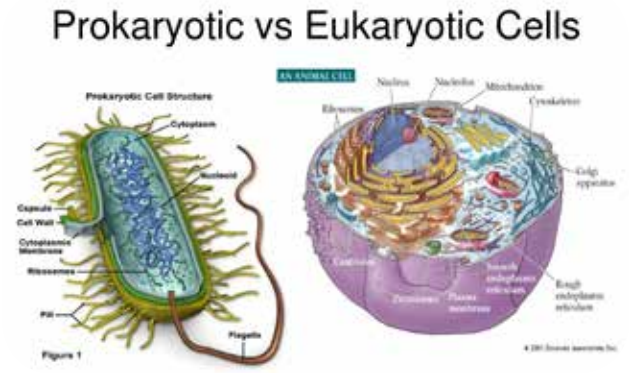
تشخیص‌دادن شکل سلولی به‌روش آزمایش میکروسکوپی، مرحلهٔ مهمی در شناسایی پروکاریوت‌هاست. سه نمونه از معمولی‌ترین شکل سلول‌ها را توضیح می‌دهیم. سلول‌های پروکاریوتیِ کروی را کوکوس می‌نامند. اگر کوکوس‌ها به صورتِ خوشه‌ای باشند، استافیلوکوکوس نام‌گذاری می‌شوند، سایر کوکوس‌ها حاصل‌خیز پیدا می‌شوچی است. برخی از باکتری‌های این گروه، شبیه ویرگول هستند و ویبریو نام دارند. دیگر باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها شکل مارپیچی دارند، که کوتاه و سخت‌ها را اسپیریل و آن‌هایی که بلندتر و منعطف‌تر هستند را اسپیروکت می‌نامند.





پروکاریوت‌ها به روش‌های گوناگونی تغذیه می‌کنند.

آیا می‌دانید، چگونه یک جاندار دو منبع اصلیِ کربن و انرژی را به دست می‌آورد؟ پروکاریوت‌ها نسبت به یوکاریوت‌ها، گوناگونی تغذیه‌ای بسیار بیشتری دارند. بهتر است در ابتدا با یک سری از اصطلاحات و نام‌گذاری‌ها آشنا می‌شویم. بسیاری از پروکاریوت‌ها اتوتروف هستند، یعنی ترکیبات آلی را از منابع غیرآلی می‌سازند. اتوتروف‌ها، اتم‌های کربن خود را از دی‌اکسیدکربن (CO_2) به دست می‌آورند. آن‌ها انرژی خود را از نور خورشید یا از مواد شیمیایی غیرآلی؛ مثل سولفید هیدروژن H_2S، گوگرد (S) یا ترکیبات دارای آهن (Fe) کسب می‌کنند. اتوتروف‌هایی؛ مثل سیانوباکتری‌ها که از نور خورشید برای کسب انرژی و از CO_2 به‌عنوان منبع کربن استفاده می‌کنند، این عمل را از طریق فتوسنتز انجام می‌دهند و به فوتواتوتروف‌ها



معروفند. جانداران اتوتروفی، که انرژی را به‌جای نور خورشید، از مواد شیمیایی غیرآلی بدست می‌آورند، شیمیواتوتروف می‌نامند. بیشتر پروکاریوت‌ها هتروتروف هستند، یعنی اتم‌های کربن خود را از ترکیبات آلی به دست می‌آورند. تعدادی از آن‌ها به نام فوتوهتروتروف، از نور خورشید انرژی می‌گیرند. به هر صورت، بزرگترین گروه پروکاریوت‌ها؛ مانند روش تغذیه‌ای جانوران، انرژی و کربن را از مولکول‌های آلی به دست می آورند. این باکتری‌ها را شیمیوهتروتروف می‌نامند و آنقدر متنوع هستند، که تقریبا هر مولکول آلی، ماده غذایی تعدادی از گونه‌ها محسوب می‌شود. بسیاری از گونه‌ها از قبیل اشریشیاکلای (E.coli) که ساکن روده انسان است، روی انواعی از منابع آلی به‌خوبی رشد می‌کند. وقتی‌که مواد غذایی در دسترس هستند، E.coli و سایر پروکاریوت‌ها به صورت نمایی تکثیر می‌کنند، یعنی یک سلول تقسیم می‌شود و دو سلول را ایجاد می‌کند

و دو سلول،
چهار سلول و چهار سلول،
هشت سلول را به وجود می‌آورند.

با دوره‌های تقسیم به‌کوتاهی چند ساعت یا کمتر، پروکاریوت‌ها توانایی زیادی برای رشد دارند. رشد واقعی آن‌ها توسط عوامل محیطی و مواد زائد سمی حاصل از سوخت‌وساز خود میکروب‌ها محدود می‌شود. شیمیوهتروتروف‌ها، پروکاریوت‌های غالب امروزی هستند و احتمالا از زمان طلوع حیات بوده‌اند، ولی احتمالات دیگری نیز وجود دارد.

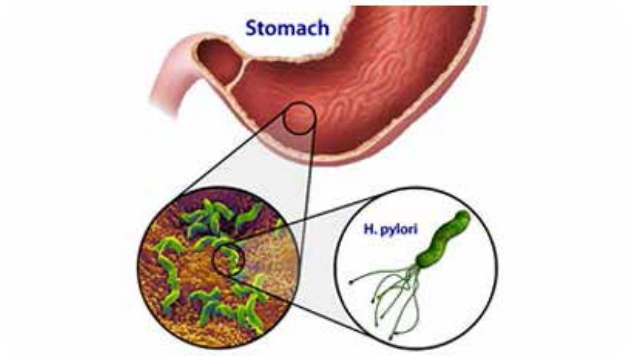
نخستین سلول‌ها، برای تامین کربن و انرژی، احتمالا از مواد شیمیایی استفاده می‌کردند.

قبلا گفتیم، که اولین موجودات زنده، یعنی پروکاریوت‌ها، از مجموعه‌های مولکولی محصور در غشا مشتق شده‌اند. نخستین پروکاریوت، به‌علت سوخت‌وساز بسیار ساده‌اش، به تعداد اندکی آنزیم نیاز داشته‌است. در محیطش تقریبا هیچ اکسیژنی وجود نداشته؛ درنتیجه روش سوخت‌وسازی آن بی‌هوازی بوده‌است. احتمال دارد، که شکل‌های اولیهٔ حیات، کربن و انرژی خود را به‌آسانی از مخلوطی غنی از مولکول‌ها و یون‌ها به دست آورده‌اند،که در آن فرگشت یافته‌اند. دو فرضیه دربارهٔ ابتدایی‌ترین نوع سوخت‌وساز انرژی، براساس این حقیقت است که همهٔ شکل‌های جدید جانداران، ازATP به‌عنوان انرژی اصلی و رایج استفاده می‌کنند، بنابراین این احتمال وجود دارد، که پروکاریوت‌ها خیلی زود شروع به استفاده از این مولکول کردند. فرضیهٔ A مطرح می‌کند، که یک منبع درخور توجه از ATP در مخلوط اولیهٔ مولکول‌های آلی وجود داشته‌است. در این داستان، ابتدایی‌ترین شکل حیات شیمیوهتروتروفی بوده، که از طریق جذب مولکول‌های آلی از محیط خود؛ از جمله ATP، همهٔ نیاز کربن و انرژی خود را برطرف کرده‌است. چنین شکلی از حیات، آنزیم‌هایی برای تبدیل مولکول های آلی جذب‌شده به سایر ترکیبات و تجزیهٔ ATP و استفاده از انرژی آزادشده از آن داشته است. بعدها، آنزیم‌هایی پدیدار شده، که با استفاده از انرژی آزادشده از تجزیهٔ سایر مواد آلی، می‌توانسته با استفاده از ATP، ADP را بازسازی کند.

فرضیهٔ B، مطرح می‌کند، که محیط اولیه، مولکول‌های آلی کم‌تری داشته و ابتدایی‌ترین شکل حیات شیمیواتروتروفی بوده، که ATP را خودش می‌ساخته. سلول ابتدایی، ممکن است انرژی خود را از واکنش‌های شیمیایی مشتمل بر گوگرد و ترکیبات آهن‌دار غیرآلی بدست آورده باشد، که فراوان هم بوده‌اند. یک آنزیم غشایی، ممکن است از انرژی و H۲ آزادشده از واکنش مواد غیرآلی استفاده کرده باشد، تا یون‌های هیدروژن را در خارج از سلول تولید کند، همچنین امکان دارد، که ATP توسط شکلی ابتدایی از شیمیواسمز ساخته شده باشد. CO۲ یا شاید مولکول‌های آلی با منشا غیرآلی نیز، ممکن است به‌عنوان منبع کربن عمل کرده باشند. فرضیهٔ B احتمال قوی‌تری دارد.

آرکی‌باکتری‌ها در محیط‌های افراطی به‌خوبی رشد می‌کنند.

آرکی‌باکتری‌ها در محل‌هایی فراوان هستند، که تعداد کمی از جانداران می توانند زنده بمانند. آرکی‌باکتری‌های ساکن محیط‌های افراطی، دارای پروتئین‌هایی غیرمعمول و سایر سازگاری‌های مولکولی‌ای هستند، که به آن‌ها کمک می‌کند، به‌طور موثر سوخت‌وساز و تولیدمثل کنند. یک گروه از آرکی‌باکتری‌ها به نام هالوفیل‌های افراطی (نمک دوست)، در مکان‌های خیلی شور به‌خوبی رشد می کنند؛ مثل دریاچهٔ بزرگ نمک و حوضچه‌های تبخیر آب دریا، که برای تولید نمک استفاده می‌شوند. گروه دیگری از آرکی‌باکتری‌ها به نام هایپرتروفیل (حرارت دوست)، در آب خیلی داغ به‌خوبی رشد می‌کنند. برخی حتی نزدیک منافذ عمیق اقیانوس، جایی که دما بالای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است زندگی می‌کنند، یعنی بالاتر از نقطهٔ جوش آب در سطح دریا. سایر هایپرتروفیل‌ها در اسید به‌خوبی رشد می‌کنند. بسیاری از استخرهای اسیدی داغ، در پارک ملی Yellowstone چنین آرکی‌باکتری‌هایی را پرورش می دهند، که باعث رنگ سبز روشن استخر می‌شوند. گروه سوم آرکی‌باکتری‌ها، متانوژن ها هستند، که در محیط‌های بی‌هوازی زندگی می‌کنند و متان را به‌عنوان یک مادهٔ زاید پس می‌دهند. بسیاری نیز در گل ته دریاچه‌ها و باتلاق‌ها، در شرایط بی‌هوازی به‌خوبی رشد می‌کنند.



تعداد زیادی از متانوژن‌ها نیز ساکن لولهٔ گوارشی جانوران هستند. متانوژن‌ها به گوارش گاو و گوزن و سایر جانورانی کمک می‌کنند، که برای تغذیه به سلولز وابسته هستند. این جانداران در حالت طبیعی افزایش حجم (به اصطلاح بادکردگی) ندارند؛ چون به‌طور منظم حجم زیادی از گاز تولیدشده توسط متانوژن‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های کمک‌کننده در هضم سلولز را، خارج می‌کنند.

تنوع خصوصیات ساختاری، به پروکاریوت‌ها کمک می‌کنند تا تقریبا در همه‌جا به‌خوبی رشد کنند.

می‌خواهیم به برخی از خصوصیات ساختاری‌ای بپردازیم، که در پروکاریوت‌ها، یعنی باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها مشاهده می‌شوند. خیلی از آرکی‌باکتری‌ها، مجهز به تاژک‌هایی هستند، که به آن‌ها توانایی حرکت در اطراف را می‌دهند. پروکاریوت‌های دارای تاژک می‌توانند به سمت مکان‌های مطلوب‌تر بروند و یا از مکان‌های نامطلوب دور شوند. تاژک‌ها یا روی سطح سلول پخش هستند یا در یک یا دو انتهای سلول متمرکزند. در مجموع از نظر ساختاری متفاوت از تاژک سلول‌های یوکاریوتی هستند. تاژکِ پروکاریوتی یک ساختار پروتئینی برهنه و بدون میکروبیول‌هاست و از طریق سیستم حلقه‌های چرخانی به سطح سلولی متصل است، که در غشای پلاسمایی و دیوارهٔ سلولی قرار دارد. تعداد کمی از باکتری‌ها می‌توانند در محیط‌های افراطی به‌خوبی رشد کنند،که برای بسیاری از آرکی‌باکتری‌ها مناسب است. باکتری‌های چند سرده با تشکیل سلول‌های خفتهٔ ویژه می‌توانند برای دوره‌های طولانی و در شرایط بسیار سخت زنده بمانند. درواقع اینجا دو سلول وجود دارد، که یکی در درون دیگری است. سلول خارجی، سلول ویژهٔ درونی؛ یعنی اندوسپور را تولید کرده‌است. اندوسپور یک پوشش ضخیم محافظ دارد. سیتوپلاسم آن، آب خود را از دست داده و واکنش‌های سوخت‌وسازی را انجام نمی‌دهد و در شرایط سختی؛ مثل نبودن آب و مواد غذایی، سرما یا گرمای بیش از حد و بیشتر مواد سمی زنده می‌ماند و وقتی محیط مساعد شد، آندوسپور، آب جذب می‌کند و رشد را از سر می‌گیرد. برخی از آن‌ها، قرن‌ها خفته می‌مانند. نکتهٔ جالبشان این است، که حتی آب جوش هم نمی‌تواند این سلول‌های مقاوم را از بین ببرد. اکتینومایست‌ها، توده‌ای از زنجیره‌های منشعب سلولی از گروه باکتری‌ها هستند. این باکتری‌ها در خاک، یعنی در مکانی که مواد آلی را تجزیه می‌کنند، بسیار معمول هستند. رشته‌ها به جاندار این توانایی را می‌دهند، که بین قسمت‌های خشکِ ذرات خاک، پل بزنند. پیش‌تر، اکتینومایست‌ها را به‌اشتباه نوعی قارچ محسوب می‌کردند؛ چون مانند قارچ‌ها به‌صورت رشته‌های منشعب رشد می‌کنند. در زبان یونانی، اکتینومایست به‌معنای قارچ شعاعی (fungusray) است. استرپتومایس‌ها جانداران معمولی خاک هستند، که آنتی‌بیوتیکِ استرپتوماسین و تعدادی از آنتی‌بیوتیک‌های دیگر را ترشح می‌کنند و از رشد باکتری‌های رقیب جلوگیری می‌کنند. شرکت‌های دارویی از گونه‌های مختلف اکتینومایست‌ها برای تولید بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده می‌کنند. زنجیره‌های سلولیِ منشعب، غیرمعمول هستند، اما بسیاری از پروکاریوت‌های دیگر؛ مثل باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها به‌صورت زنجیره‌های بدون انشعاب رشد می‌کنند.

گاهی وقت‌ها، سیانوباکتری‌ها در محیط‌های آبی شکوفا می‌شوند.

دریاچه‌هایِ بسیار پرجمعیت را بیشتر محیطی برای شکوفایی سیانوباکتری‌ها می‌دانند. سیانوباکتری‌ها، گروهی از باکتری‌های فتوسنتزکننده را تشکیل می‌دهند و بیشتر در دریاچه‌ها و آبگیرها و اقیانوس‌های مناطق گرمسیری هستند. فراوانی سیانوباکتری‌ها در یک دریاچه، بیشتر وضعیت آلودهٔ آب را نشان می‌دهد. در نمونهٔ سیانوباکتری‌ای که می‌بینید، مقدار زیادی زباله‌های آلیِ حاصل از شست‌وشوی زمین‌های کشاورزی، وارد آب شده‌اند. فسفات‌ها و نیترات‌هایِ بازمانده‌های کودهای شیمیایی، برای سیانوباکتری‌ها به‌عنوان منبع مواد معدنی عمل کرده‌اند و باعث تکثیر انفجاری آن‌ها شده‌اند. این وضعیت دریاچه ممکن است یادآور عصر سیانوباکتری‌ها باشد، یعنی وقتی که پروکاریوت‌ها در زمین غالب بودند. در آن زمان سیانوباکتری‌های قدیمی، نخستین پوشش مایل به سبز خود را به زمین دادند و استروماتولیت‌ها اکسیژن را تولید کردند و جو کرهٔ زمین را ساختند.

منابع

۱: Boyer, G. M., Schubotz, F., Summons, R. E., Woods, J., & Shock, E. L. (۲۰۲۰). Carbon oxidation state in microbial polar lipids suggests adaptation to hot spring temperature and redox gradients. Frontiers in microbiology, ۱۱, ۲۲۹.

۲: Yamagishi, A. (۲۰۱۹). What Is Astrobiology?. In Astrobiology (pp. ۷-۳). Springer, Singapore.

۳: Chaves Torres, L., Kaur, G., Melbourne, L. A., & Pancost, R. D. (۲۰۱۹). Selective chemical degradation of silica sinters of the Taupo Volcanic Zone (New Zealand). Implications for early Earth and Astrobiology. Geobiology, ۱۷(۴), ۴۴۹-۴۶۴.

۴: Martin-Cuadrado, A. B., Senel, E., Martínez-García, M., Cifuentes, A., Santos, F., Almansa, C., ... & Sanz-Montero, M. E. (۲۰۱۹). Prokaryotic and viral community of the sulfate-rich crust from Peñahueca ephemeral lake, an astrobiology analogue. Environmental microbiology, ۲۱(۱۰), ۳۵۷۷-۳۶۰۰.

۵. جلد دوم بیولوژی کمپبل، سامان حسین‌خانی، خسرو خواجه، انتشارات خانهٔ زیست‌شناسی ۱۳۹۰

مقاله‌ی خبری: حیات فرازمینی‌ها

مدت زمان مطالعه: حدود ۱۲ دقیقه
نویسنده : نیلوفر ترک‌زاده
دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی، دانشگاه آزاد فلاورجان اصفهان

چکیده

یکی از روش‌های فهمیدنِ اینکه، وجود حیات فرازمینی در سیاره‌هایی مشابهِ زمینَ امکان دارد؛ نگاه به طبیعت، درک شروع حیات و چگونگی تکامل آن در سیارۀ زمین است. احتمال روبه‌رویی با موجوداتِ هوشمند غیرانسان، در منظومۀ شمسی بسیار کم است، ولی وجودداشتن حیات ابتدایی در مریخ به‌طور کلی ممکن است، به‌ویژه در دوران اولیۀ تاریخ منظومۀ شمسی، که وضعیت مریخ مشابه وضعیت زمین بوده‌است. زمانی، موقعیتِ مناسب حیات، در ماه‌های مشتری وجود داشته‌است. بسیار مهم است، که فسیل‌های حیاتِ قدیمی، در منظومۀ شمسی پیدا شوند، زیرا برای درک‌کردن نحوۀ شکل‌گیری حیات، بررسی این فسیل‌ها بسیار ضروری است؛ درنتیجه کوشش‌های گسترده‌ای برای جست‌وجوی حیات در خارج از منظومۀ شمسی می‌کنند. باید بفهمیم چگونه می‌توان روی این اجرام بسیار دور، وجود حیات را شناسایی کرد؟

مواد و روش‌ها: در این مقاله کلمه‌های کلیدی از جمله، حیات فرازمینی، حیات در مریخ، ماه سیارۀ مشتری، آزمایش‌های وایکینگ و شهاب‌سنگ‌های مریخی، در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مثل گوگل اسکولار، پاب‌مد، و الزویر بررسی کردیم.

کلمات کلیدی: حیات فرازمینی، حیات در مریخ، ماه سیارۀ مشتری، آزمایش‌های وایکینگ، شهاب‌سنگ‌های مریخی

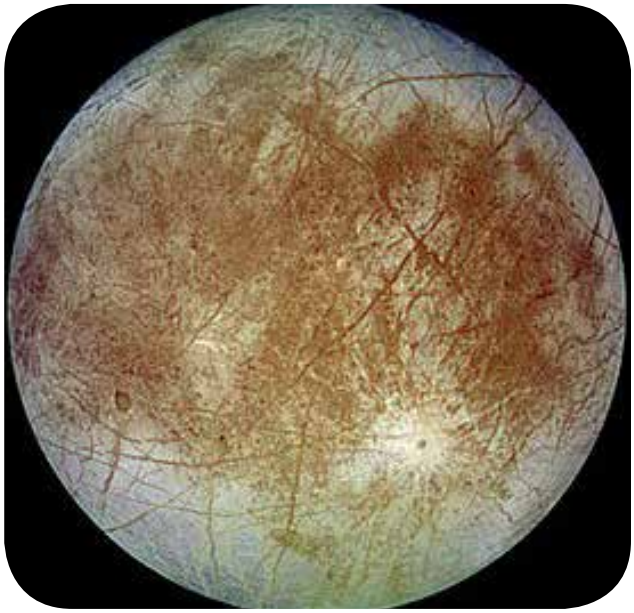
مقدمه

حیات در منظومۀ شمسی

تاکنون این سوال برای‌تان پیش آمده، که اگر حیاتی در منظومۀ شمسی و خارج از زمین وجود دارد، در کجا باید به دنبال آن بگردیم؟ آیا مکان‌هایی در منظومۀ شمسی وجود دارند، که امکانات لازم برای زیست‌پذیری و شکل‌گیری حیات را داشته باشند؟ امکاناتی مثل درجه حرارت مناسب، محیط آبی و انرژی کافی. مثلا عطارد و ماه، جو و اقیانوس

ندارند؛ درنتیجه احتمال پیداکردن حیات در آن‌ها بسیار کم است. به همین علت باید دور سیارک‌ها و ستارگان دنباله‌دار و ماه‌های کوچک را هم خط بکشیم. زهره با دمای سطحی ۴۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد، جهنمی است، که زیر پوشش ابرهای متراکم از غبار اسیدسولفوریک قرار گرفته‌است. سطح زهره به‌طور کامل از سنگ‌های سخت ساخته شده‌است؛ درنتیجه این سیاره نیز برای هیچ نوع حیاتی زیست‌پذیر نیست. این مطلب را دربارهٔ سیاره‌های غول‌پیکر مشتری و اورانوس و نپتون هم می‌توان تکرار کرد؛ چون همهٔ آن‌ها پوشیده از اقیانوس‌های سرد و عمیق از H_2 و He مایع هستند. این دو مایع، سبک‌تر از مولکول‌های آلی و غیرآلی هستند؛ بنابراین هرچیزی به کف جامد این اقیانوس‌ها ته‌نشین می‌شود. مکان‌هایی از منظومهٔ شمسی، که برای جست‌وجوی حیات فرازمینی باقی می‌مانند عبارت‌اند از: مریخ، ماه‌های بزرگ مشتری و شاید ماه زحل به نام تیتان. اگرچه ماه‌های سیاره‌های غول‌پیکر، در فاصلهٔ زیادی بیرون از ناحیهٔ زیست‌پذیر قرار دارند، اما ممکن است بتوانند انرژی لازم برای حیات را، از گرمایش جزرومدی سیارهٔ مرکزی خود به دست آورند. گالیله، فضاپیمای ناسا، با اندازه‌گیری میدان‌های مغناطیسی و گرانش این ماه‌ها، ساختمان داخلی آن‌ها را مشخص کرد.

اکنون می‌دانیم، که قمرهای داخلی مشتری هسته‌های آهنی دارند و روی آن‌ها را گوشته‌هایی از سنگ‌های سیلیکاتی پوشانده‌اند. درقمر «گانیمد»، با شعاع ۲۶۳۴ کیلومتر، روی گوشته را لایه‌ای یخی باضخامت ۱۰۰۰ کیلومتر پوشانده‌است. قمر «یو»، با شعاع ۱۸۲۱ کیلومتر، پوشش یخی ندارد و احتمالا آن را در طول شکل‌گیری خود از دست داده‌است. قمر «کالیستو» نیز مخلوطی یکنواخت از یخ و سنگ است. میزبان حیات‌بودن ماه‌هایی مانند کالیستو و تیتان مشکوک است؛ چون انرژی در دسترس آن‌ها خیلی کم است. علت آن، فاصلهٔ زیاد این قمرها از سیاره‌های میزبانشان و کافی‌نبودن انرژی جزرومدی برای آن‌هاست. در فاصله‌های نزدیک‌تر به مشتری، انرژی بسیار بیشتری وجود دارد. این نکته را آتش‌فشان‌های بسیار فعال قمر «ایو» نشان می‌دهند. ماه زمین هیچ فعالیت آتش‌فشانی ندارد، در حالی که قمر «ایو» هم‌اندازهٔ آن، آتش‌فشان‌های بسیار فعالی دارد. این آتش‌فشان‌ها در اثر گرمایش ناشی از اصطکاک جزرومدی سیارهٔ مشتری به وجود آمده‌اند. سطح ایو به‌طور عمده از گوگرد و دی‌اکسید گوگرد است، دریاچه و رودخانه‌های فراوانی از S و SO_2 مایع و نقطه‌های داغی با دمای ۱۷۸ درجهٔ سانتی‌گراد دارد؛ پس در چنین جایی، وجود حیات بر پایهٔ شیمی آلی را نمی‌توان انتظار داشت. از آنجایی که میان‌کنش جزرومدی، با افزایش فاصله از سیاره به‌سرعت کاهش می‌یابد؛ پس دومین قمر مشتری (اروپا)، درجه حرارت کم و سومین ماه آن (گانیمد)، دمای بسیار کمتری از اروپا دارد.



اقیانوس قمر اروپا

سطح قمر اروپا دهانه‌های برخوردی ندارد و این عجیب است. گویا صفحه‌های بزرگ یا لایه‌های یخی آن، روی صفحه‌ها و لایه‌های عمیق‌تر می‌لغزند و از این نظر مشابه حرکت قاره‌ای زمین، روی پوستهٔ اقیانوسی هستند. ممکن است در اروپا نیز نوعی فعالیت زمین‌ساختی رخ می‌دهد. مواد بین صفحه‌های ترک‌خورده و جدا از هم، شبیه لجن یا گل هستند و اکنون در دمای بسیار پایین ۱۴۳-، تبدیل به جامدی یخزده شده‌اند. کاسه‌ها و دهانه‌های برخوردی کم‌عمق نشان می دهند، که یخ زیرسطحی، آنقدری گرم است تا بتواند حفره‌های عمیق را پر کند. کم‌بودن دهانه‌های برخوردی اروپا و سطح بازسازی‌شدهٔ آن، گویای این است، که سطح آن بسیار جوان است و یخ سطحی در قسمت‌هایی احتمالا فقط ۳ تا ۴ کیلومتر ضخامت دارد. از داده‌های بالا به این نتیجه می‌رسیم؛ که باید اقیانوسی از آب مایع در زیر سطح یخی ماه اروپا وجود داشته باشد، یعنی قسمتی از ۳۵۰کیلومتر ضخامت پوشش یخی، ذوب شده‌است. شواهد دیگری نشان می‌دهد، که اقیانوسی از ب مایع، زیر سطح یخی گانیمد وجود دارد. این نوع دریاهای آبی با سطح یخی، پدیده‌ای آشنا در قطب جنوب هستند و از آنجایی که دریاهای یخزدهٔ قطب جنوب با حیات بیگانه نیستند؛ پس ممکن است دریاهای یخزدهٔ اروپا و گانیمد نیز چنین باشند. می‌دانیم، که حیات برای انجام فتوسنتز، نیاز به انرژی نوری دارد، ولی در تنورهای گرمابی کف اقیانوس و چشمه‌های زمین‌گرمایی کرهٔ زمین نیز، حیات در تاریکی کامل به بقای خود ادامه می‌دهد و درواقع از حرارت و انرژی شیمیایی سیالات آتشفشانی استفاده می‌کند. بعضی از این نوع موجودات؛ مثل باکتری‌های ترموفیلی، از شکل‌های قدیمی حیات در کرهٔ زمین هستند. فضاپیمای گالیله در سال ۱۹۹۵ بعد از شش سال طی‌کردن مسیر پروازی طولانی‌اش، بالاخره به سیارهٔ مشتری رسید و قبل از ورود به جو با فشار بسیار زیاد مشتری در سپتامبر ۲۰۰۳ ، ۳۴ بار مدارهای دور مشتری را طی کرد

و به سفر چهارده سالهٔ خود پایان داد. فضاپیمای گالیله هم‌زمان با عکاسی از مشتری و قمرهایش؛ کمربند تابشی مشتری، الگوهای پیچیده آب‌وهوایی جو آن، زمین‌شناسی و دینامیک درونی ماه‌هایش و موضوع‌های بسیار دیگری را بررسی کرد و بارها از نزدیک با چهار ماه بزرگ مشتری روبه‌رو شد. در دسامبر ۱۹۹۵فضاپیمای گالیله، کاوشگری به داخل جو آشفتهٔ مشتری فرستاد تا اندازه‌گیری‌های مختلفی انجام دهد. هیئتی اختصاصی، برنامه‌ریزی شده؛ تا طبیعت و عمق و محدودهٔ اقیانوس‌های مایع در زیر سطح یخی ماه‌های اروپا، گانیمد و احتمالا کالیستو را بررسی کنند. فضاپیمایی به نام «مدارگرد ماه‌های یخی مشتری» برای گردش هم‌جهت با این ماه‌ها به فضا فرستاده خواهد شد.

حیات در مریخ

می دانیم که مریخ در ناحیه‌ای زیست‌پذیر، مدارگردی می‌کند، به همین علت بیشترین امید برای یافتن حیات فرازمینی در منظومهٔ شمسی، مربوط به مشتری است. این سیاره، در دوره‌های ابتدایی تاریخش، جوی متراکم و آب مایع در سطح خود داشته است و نوع ابتدایی حیات به‌خوبی می‌توانسته در آن شکل بگیرد. آثار آن احتمالا هنوز باقی‌ست یا به‌صورت فسیلی پیدا خواهدشد. یکی از هدف‌های اصلی هیئت‌های مربوط به مریخ در آینده، پیداکردن آثار باقی‌ماندهٔ حیات است.

اسکیاپارلی، اخترشناس ایتالیای، کانال‌هایی روی سطح مریخ کشف کرد، که آن‌ها را خیلی سریع به مریخی‌های هوشمند نسبت دادند. اخترشناسی آمریکایی به نام لویل،کشف اسکیاپارلی را تایید کرد و به‌کمک تلسکوپی مخصوص، نقشهٔ اولیهٔ کانال‌ها را رسم کرد. روش‌های نوآورانه‌ای برای برقراری تماس با مریخی‌های متمدن مطرح

مریخ، مانند زمین فصل‌هایی دارد، زیرا مریخ نیز نسبت به مدارش، انحراف محوری دارد. طول فصل‌های مریخ تقریبا دو برابر طول فصل‌های زمین است. یک سال مریخ، ۶۶۹ روز دارد و طول یک روز مریخ نیز برابر ۲۴ ساعت و ۳۹ دقیقه است، بنابراین تفاوت زیادی با طول یک روز زمینی ندارد. در زمستان مریخ،اختلاف دمای شب و روز بین ۱۱۳- تا ۹۸- درجهٔ سانتی‌گراد و در تابستان، اختلاف دمای شب و روز بین ۱۰۰- تا صفر درجهٔ سانتی‌گراد است. نواحی قطبی مریخ، میدان‌های گستردهٔ یخی دارند، که به احتمال زیاد مخلوطی از یخ و آب هستند. در سال ۱۹۷۱، «مارینر ۹» نخستین تصویرهای واضح با تفکیک بالا را از مریخ و ماه‌هایش، «فوبوس» و «دیموس» به دست آورد. این تصویرها و تصویرهای فرستاده‌شده از مدارگردهای «وایکینگ» در سال ۱۹۷۶، هر یک به‌صورت مجزا ثابت کردند، که هیچ کانالی روی مریخ وجود ندارد و خطوط تیره‌ای دیده‌شده، خطای دید بوده‌اند. به‌طور قطع مسیر جریان‌ها و شبکه‌ای از آثار رودخانه‌ای دوران ابتدایی وجود دارند، که نشان می‌دهند زمانی جریان آب بر سطح مریخ بسیار عادی بوده‌است. دره‌هایی کشف شده، که در کف آن‌ها بسترهای رودخانه‌ای وجود دارند. سطح سیارهٔ سرخ تشکیل شده از؛ این دره‌های عمیق و طولانی با بسترهای خشک، آبراهه‌های داخل آن‌ها، کوه‌های بلند، فلات‌ها، دشت‌های پست، دهانه‌های برخوردی فراوان با کیلومترها قطر و صخره‌های پرشیب. آتشفشانی خاموش، به‌کمک گدازه‌هایش کوه «المپ» را ساخته، که ۹۰۰ کیلومتر پهنا و ۲۷ کیلومتر ارتفاع، نسبت به سطح دشت‌های اطرافش دارد. این بزرگترین آتش‌فشان در منظومهٔ شمسی است. سطح مریخ با دهانه‌ها و گودال‌های برخوردی پوشیده شده‌است. جو مریخ از ۹۵درصد گاز CO۲ و ۳درصد گاز N۲ و ۲درصد گاز Ar تشکیل شده‌است. فشار جو مریخ در سطح آن ۷ میلی‌بار است، در حالی که در سطح زمین فشار جو ۱۰۱۳ میلی‌بار است؛ پس مریخ هوا دارد و ابرهایی از گردوغبار در آن تشکیل می‌شود.

آزمایش‌های وایکینگ

در ماه‌های ژوئیه و نوامبر سال ۱۹۷۶، در حالی که مدارگردهای وایکینگ ۱و۲ به گردش خود ادامه می‌دادند، دو مریخ‌نشین وایکینگ ۱و۲ بر سطح مریخ فرود مدند. هدف اصلی این هیئت‌ها، جست‌وجوی حیات بود. برای بررسی‌کردن خاک سطحی مریخ، سه آزمایش انجام شد،

که عبارت‌اند از؛ آزمایش تبادل گاز، آزمایش خروج علامت و آزمایش خروج مواد شیمیایی.

در آزمایش تبادل گاز، نمونه‌ای از خاک مریخ را به داخل محفظۀ واکنش منتقل و به آن محلولی از مواد مغذی و آب اضافه می‌کنند. فرض بر این است، که موجودات زندۀ ذره‌بینی رشد کرده و گازهای O۲ ، CO۲، H۲را تولید می‌کنند. گازهای تولید شده تحلیل می‌شوند و درنتیجه وجود سوخت‌وساز و حیات اثبات می‌شود.

در آزمایش خروج نشان‌گر، محلولی مغذی و دارای کربن ۱۴ پرتوزا، به‌عنوان نشان‌گر، به نمونۀ خاک اضافه می‌شود. موجودات زنده بعد از سوخت‌وساز یا میان‌کنش با این مواد مغذی، گازهای CO۲ و CH۴ دارای نشان‌گر پرتوزا را رها می‌کنند، که به‌کمک آشکارسازهای مخصوص شناسایی می‌شوند.

آزمایش خروج مواد شیمیایی، قراردادن نمونۀ خاک در محفظۀ واکنش است. در این محفظه، هوایی دقیقا شبیه به جو مریخ وجود دارد، با این تفاوت که گازهای CO۲ و CO ،کربن ۱۴ پرتوزا دارند. بعد از مدتی موجودات زنده، طی فرآیند فتوسنتز بخشی از این گازها را مصرف می‌کنند. خاک دارای موجودات زنده، با آب مخلوط می‌شود و تا ۷۵۰ درجۀ سانتی‌گراد گرم می‌شود، تا تمام مواد آلی آن بسوزند. آشکارسازی کربن ۱۴ محصولات حاصل از سوختن مواد آلی، نشان‌دهندۀ وجود واکنش‌های زیستی و حیات است.

نتیجه‌های به‌دست‌آمده از آزمایش‌ها عبارت‌اند از:

۱. مقدار زیادی O۲ آزاد شده بود. اکنون آن را به واکنشهای شیمیاییِنسبت میدهند، که در اثر افزودن آب، اکسیژن تولید می‌کنند.

۲. اولین‌باری که نمونه خیس شد، گازهای پرتوزا ناگهان افزایش یافتند، اما دومین‌بار که نمونه خیس شد، طبق انتظار باید در اثر سوخت‌وساز موجودات زنده، گازهای پرتوزای بیشتری تولید می‌شد، ولی سطح پرتوزا نهتنها بالا نرفت، بلکه پایین هم آمد.

۳. کربن ۱۴ پرتوزا را خاک جذب کرد و وجودش را بعد از سوزاندن خاک تشخیص دادند. در دومین آزمایش، نمونۀ خاک را بهمدت طولانی تا دمای ۱۷۵ درجۀ سانتیگراد حرارت دادند و انواع ممکن حیات از بین رفتند. با اضافه کردن گازهای پرتوزا، دوباره نتیجۀ آزمایش اول به دست آمد، که نشان میدهد، انتقال کربن ۱۴ پرتوزا از گازهای CO۲ و CO به ترکیبات خاک، هیچ ارتباطی به موجودات زنده ندارد.

براساس نتیجه‌های منفی هرسه آزمایش، نتیجه میگیریم؛ که در نمونه‌های آزمایشده از خاک مریخ، حیات و موجودات زنده وجود ندارد.

شهاب‌سنگ‌های مریخ

در سال ۱۹۹۶، وقتی دانشمندان ناسا اعلام کردند، که شهاب‌سنگ مریخی، از وجود فسیل موجودات ذره‌بینی در مریخ نشانه‌هایی دارد، هیجان زیادی به وجود آمد.

شهاب‌سنگ «ALH۸۴۰۰۱»، که در محلی به نام «الن‌هیلز» در قطب جنوب پیدا شده، یکی از ۲۳ شهاب‌سنگ مریخی‌ست، که تاکنون کشف شده‌اند. وزن آن ۱ کیلو و ۹۰۰ گرم، و اندازۀ آن در حد یک سیب‌زمینی بزرگ است. تاریخچۀ شهاب سنگ به این صورت است؛ براساس سن‌یابی به روش ایزوتوپی، سن آن حدود ۴ تا ۴٫۵ میلیارد سال برآورد شده‌است. این سنگ در مریخ متبلور شده و حدود ۱۵ میلیون سال پیش در اثر برخورد با شهاب‌سنگ دیگری، از مریخ کنده و به فضا پرتاب شده‌است. حدود ۱۳ هزار سال پیش، این سنگ در قطب جنوب فرود آمد و تقریبا ۲۰ سال پیش در سطح لایه‌ای یخی ظاهر و بالاخره در سال ۱۹۸۴ پیدا شده‌است. طرح ظریف کرم‌مانندی روی شهاب‌سنگ ALH۸۴۰۰۱ وجود دارد، که طبق نظر بعضی از محققان، فسیل جمعیتی باکتریایی‌ست. قطر هر یک از باکتری‌ها ۱۰۰ نانومتر است. دیدگاهی که می‌گوید؛ «این قطر کوچک‌تر از آن است، که مربوط به باکتری باشد.» ردشدنی است، زیرا در خون پستانداران سلول‌هایی با قطر ۷۰ نانومتر هم پیدا می‌شوند، همچنین در خاک هم باکتری‌هایی با قطر ۸۰ نانومتر پیدا می شوند. نظر دیگری هم وجود دارد مبنی بر اینکه، مادۀ مغناطیسی درون سنگ مریخی، فقط امکان دارد توسط باکتری‌های خاص مگنوتاکتیک تولید شده باشند.

نتیجه

این اختلاف‌نظرهای علمی به قوت خود باقی مانده‌اند و نتیجۀ قطعی و پسندشدۀ همه به دست نیامده‌است. در نهایت نتیجه می‌گیریم؛ که مجاز نیستیم با استناد به شهاب‌سنگ‌های مریخی و بدون حرف و حدیث، وجود حیات ابتدایی را، در دورۀ اولیۀ تاریخ مریخ ثبت کنیم.

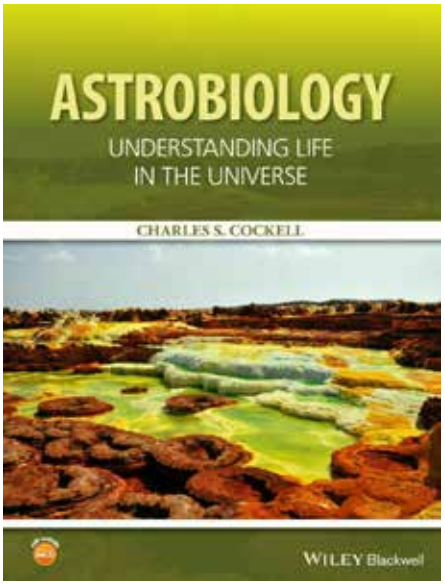
منابع

۱: Netea, M. G., van de Veerdonk, F. L., Strous, M., & van der Meer, J. W. (۲۰۱۹). Infection risk of a human mission to Mars. J Astrobiol Space Sci Rev, ۵۵-۱۴۴ ,۱.

۲: Merino, N., Aronson, H. S., Bojanova, D. P., Feyhl-Buska, J., Wong, M. L., Zhang, S., & Giovannelli, D. (۲۰۱۹). Living at the Extremes: Extremophiles and the Limits of Life in a Planetary Context. Frontiers in microbiology, ۷۸۰ ,۱۰.

۳: Chatzitheodoridis, E., Haigh, S., & Lyon, I. (۲۰۱۴). A conspicuous clay ovoid in Nakhla: evidence for subsurface hydrothermal alteration on Mars with implications for astrobiology. Astrobiology, ۶۹۳-۶۵۱ ,(۸)۱۴.

۴. کتاب حیات هوشمند در کائنات، پیتراولم اشنایدر (ترجمۀ حسن احمدی)،انتشارات مازیار، چاپ دوم



معرفی کتاب اخترزیست‌شناسی

مدت زمان مطالعه: حدود ۲ دقیقه
نویسنده : نیلوفر ترک‌زاده
دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی، دانشگاه آزاد واحد فلاورجان اصفهان

نام کتاب:Understanding Life In The Universe Astrobiology
نویسنده: Charles s. Cockell
ناشر: School of Physics and Astronomy, University of Edinburgh, UK

تعریف مختصری از اخترزیست‌شناسی

زندگی در زمین چگونه و از کجا به وجود آمده است؟ عنصرهای پراکنده در کیهان چطور در زمین، حیات سلولی را به وجود آورده‌اند؟ آیا مشابه سازوکارهای زیستی سیارهٔ زمین را می توانیم در جایی دیگر از هستی پیدا کنیم؟ آیا موجودات هوشمند یا زندگی گیاهی یا جانوری، در جایی از کهکشان راه شیری، یا آن سوی کیهان وجود دارد؟ این‌ها سؤال‌هایی‌ست، که تا امروز بی‌پاسخ مانده‌اند. در این کتاب بسیاری از این سوال‌ها بررسی شده‌اند و برای برخی پاسخی ارائه می‌شود.

اخترزیست‌شناسی، علم کاوشِ حیات در خارج از زمین و با دیدگاه زیست‌شناسی، زمین‌شناسی، شیمی و اخترشناسی است. اخترزیست‌شناسی رشته‌ای پژوهشی در زیست‌شناسی است،که امکان حیات فرازمینی را بررسی می‌کند. اخترزیست‌شناسان به مطالعهٔ خاستگاه، فرگشت و پراکندگیِ حیات از هر نوعِ آن در کیهان می‌پردازند. از آنجایی که وجود حیات فرا زمینی هنوز اثبات نشده،اکنون برای بررسیِ زیست‌پذیری سیاره‌ها و ماه‌ها، وضعیت و ویژگی‌های کرهٔ زمین و منظومهٔ خورشیدی را ملاک قرار می‌دهند.

یافتن حیات تکامل‌یافته و پیشرفته در سیاره‌های دیگر، شبیه به آن چیزی که ما در زمین می شناسیم، کاری دور از ذهن و ناممکن است؛ زیرا با توجه به فناوری‌های عصر ما و محدودیت‌هایی که انسان در حال حاضر با آن روبرو است و با در نظر گرفتن مسافت‌های نجومیِ میان ستارگان و دوری سیاره‌های فراخورشیدی از هم، سفرهای فضایی هزاران سال طول خواهد کشید

سرفصل‌های کتاب

۱. حیات و اخترزیست
۲. ماده و اساس زندگی
۳. ساختار زندگی ساختمان مولکول‌ها
۴. ساختار زندگی ساخت سلول‌ها و مولکول‌ها
۵. انرژی برای زندگی
۶. درخت زندگی
۷. محدودیت‌های فضای بیولوژیکی
۸. تشکیل عناصر زندگی
۹. اخترشیمی کربن در فضا
۱۰. زمین اولیه
۱۱. منشا زندگی
۱۲. زندگی بر روی زمین
۱۳. تاریخ زمین
۱۴. افزایش اکسیژن
۱۵. انقراض توده‌ای
۱۶. نیروی جاذبه سیارات
۱۷. حیات در مریخ
۱۸. قمر (ماه) سیارات
۱۹. جستجو برای دیگر جهان‌های حیات وحش
۲۰. جستجوی اطلاعات فرازمینی
۲۱. تمدن‌ها
۲۲. ضمیمه

چندرسانه‌ای: معرفی دوره‌ی تخصصی ژنومیکس

مدت زمان مطالعه: حدود ۲ دقیقه
نگار خلیلی
کارشناسی زیست‌فناوری دانشگاه الزهرا(س)

یکی از چالش‌های برخی از ما، شاید یادگیری مباحث زیست‌شناسی محاسباتی باشد. احتمالاً بسیاری از شما پلتفرم Coursera را بشناسید و از آن استفاده کرده‌اید. یکی از مباحث موردعلاقه‌ی من ژنومیکس است.
دوره‌ی تخصصی ژنومیکس دانشگاه جان هاپکینز را خیلی زیاد به شما توصیه می‌کنم این دوره بخش‌های متنوع و جالبی دارد.
۱- در قسمت اول در مورد کلیات توالی یابی و علم داده توضیحاتی ارائه می‌گردد.
۲- در قسمت دوم در مورد وب‌سرور گلکسی و کار با آن آموزش‌هایی داده می‌شود. مدرس این قسمت دکتر جیمز تیلور هست که از توسعه‌دهنده‌های این سرور است. این سرور به زیست‌شناس‌ها کمک می‌کند انواع مختلفی از آنالیزها را بدون نیاز به دانستن برنامه‌نویسی و بسیار آسان‌تر از حالت معمول بتوانند انجام دهند. متأسفانه دکتر جیمز تیلور، در سال ۲۰۲۰ درگذشت و خواندن در مورد کارهای بسیار ارزشمند ایشان بسیار لذت‌بخش است.
۳- در قسمت سوم: به تدریس پایتون پرداخته می‌شود، برخلاف اغلب دوره‌های آموزش برنامه‌نویسی، بیشتر مثال‌ها را مسائل زیستی تشکیل می‌دهند. انتقادی که به این بخش وارد می‌شود این است که در آزمون پایانی برخی سؤالات خارج از مباحث تدریس است. اما به نظر من شاید مدرسین قصد داشته‌اند به مخاطبان این مهم، را آموزش بدهند که برنامه‌نویسی ر تنها با تمرین و جستجو آموخته می‌شود.
این دوره‌ی تخصصی از ۵ قسمت دیگر نیز تشکیل‌شده است. :
۴- الگوریتم‌ها و توالی یابی دی ان ای(DNA)
۵- Commad line tools در علم داده‌های ژنومی
۶- Bioconductor و علم داده‌های ژنومی
۷- مباحث آماری و علم داده‌های ژنومی
۸- پروژه‌ی عملی و پایانی دوره.
شما می‌توانید از بین این ۸ بخش، مباحث موردنظر خود را انتخاب کنید و الزامی به گذرانده همه‌ی مباحث وجود ندارد.
این دوره‌ها به‌صورت رایگان و مستمع آزاد در دسترس است. در این حالت تمام آموزش‌ها قابل‌مشاهده هستند اما شرکت در امتحان‌ها و تکالیف و دریافت گواهی مقدور نیست. کورسرا امکان درخواست برای کمک‌هزینه و دریافت گواهی این مجموعه از آموزش‌ها را نیز قرار داده که با تکمیل چند بخش می‌توان در صورت قبول شدن درخواست شما، گواهی آن‌ها را بدون پرداخت هزینه‌ای دریافت کرد. نتایج درخواست‌های کمک‌هزینه حدود دو هفته پس از ثبت درخواست اعلام می‌شود.

https://www.coursera.org/specializations/genomic-data-science
برای دسترسی و اطلاعات بیشتر می‌توانید از لینک بالا استفاده کنید و یا QR Code زیر را اسکن کنید.