کدشکن

جنیفر دودنا

کُد شکن

جنیفر دودنا، ویرایش ژنوم و آینده نوع بشر

والتر آیزاکسون

ترجمه‌ی **رضا محمدحسن**

انتشارات مازیار

سرشناسه	:	آیزاکسون، والتر Isaacson, Walter
عنوان و نام پدیدآور	:	کدشکن/ والتر آیزاکسون؛ ترجمه‌ی رضا محمدحسن.
مشخصات نشر	:	تهران: مازیار ، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	:	۵۲۸ ص. مصور
فروست	:	قلمروعلم
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۲۴-۶
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: The Code Breaker,2021
یادداشت	:	نمایه.
موضوع	:	سی. آر. آی. اس. پی. آر. (ژنتیک)
موضوع	:	CRISPR (Genetics)
موضوع	:	ویرایش ژنوم
موضوع	:	Gene editing
موضوع	:	ژنتیک -- تحقیق
موضوع	:	Genetics -- Research
شناسه افزوده	:	محمدحسن، رضا، ۱۳۶۸- مترجم.
رده‌بندی کنگره	:	QH۴۴۰
رده‌بندی دیویی	:	۵۷۶/۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۸۷۸۰۲۲۷

www.mazyarpub.ir
mazyarpub@yahoo.com

انتشارات مازیار

ثبت علامت تجاری: ۳۵۳۴۲۴

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

کدشکن

جنیفر دودنا، ویرایش ژنوم و آینده نوع بشر

والتر آیزاکسون

ترجمه‌ی رضا محمدحسن

ویراستار م. ک

صفحه‌آرایی مروا ک.

چاپ اول ۱۴۰۱

شمارگان ۱۲۰۰

چاپ و صحافی طیف‌نگار

شابک ۶-۲۴-۷۰۶۱-۶۲۲-۹۷۸

مواد اولیه این کتاب به صورت آزاد تهیه شده است.

فهرست مطالب

مقدمه ۷
خط مقدم ۷
بخش اول: خاستگاه حیات ۱۵
۱: هایلو ۱۷
۲: ژن ۲۵
۳: DNA ۳۰
۴: تحصیلات یک بیوشیمیدان ۴۴
۵: ژنوم انسان ۵۱
۶: RNA ۵۷
۷: پیچ و تاب‌ها ۶۶
۸: برکلی ۷۸
بخش دوم: کریسپر ۸۵
۹: تناوب‌های خوشه‌ای ۸۷
۱۰: کافه‌ی نهضت آزادی بیان ۹۵
۱۱: دست به کار شدن ۹۸
۱۲: ماست‌بندها! ۱۰۶
۱۳: جنن‌تک ۱۱۳
۱۴: آزمایشگاه ۱۲۰
۱۵: کاریبو ۱۳۰
۱۶: امانوئل شارپنتیه ۱۳۶
۱۷: کریسپر_Cas9 ۱۴۷
۱۸: علم، ۲۰۱۲ ۱۵۵
۱۹: رویارویی برای ارائه مقاله ۱۶۰
بخش سوم: ویرایش ژن ۱۶۹
۲۰: ابزاری برای انسان ۱۷۱
۲۱: مسابقه ۱۷۵
۲۲: فنگ ژانگ ۱۷۸
۲۳: جورج چرچ ۱۸۶
۲۴: کشمکش ژانگ با کریسپر ۱۹۳
۲۵: دودنا نیز وارد رقابت می‌شود ۲۰۷
۲۶: عکس پایانی ۲۱۰
۲۷: آخرین تلاش‌های دودنا ۲۱۵
۲۸: تشکیل شرکت‌ها ۲۲۲
۲۹: دوست من ۲۳۴
۳۰: قهرمانان کریسپر ۲۴۲
۳۱: ثبت اختراعات ۲۵۰
بخش چهارم: کریسپر در عمل ۲۶۳
۳۲: درمان‌ها ۲۶۵
۳۳: هک زیستی ۲۷۳
۳۴: دارپا و پادکریسپر ۲۷۹
بخش پنجم: دانشمند مردمی ۲۸۵
۳۵: قوانین جاده ۲۸۷
۳۶: دودنا دست به کار می‌شود ۳۰۵
بخش ششم: نوزادان کریسپر ۳۱۹
۳۷: هو جینکویی ۳۲۱
۳۸: اجلاس هنگ‌کنگ ۳۳۹

۳۹: پذیرش ۳۵۱

بخش هفتم: سوآلات اخلاقی ۳۶۱

۴۰: خطوط قرمز ۳۶۳

۴۱: آزمایش‌های فرضی ۳۶۸

۴۲: چه کسی باید تصمیم بگیرد؟ ۳۸۵

۴۳: سفر اخلاقی دودنا ۳۹۸

بخش هشتم: پیام‌هایی از آینده ۴۰۳

۴۴: کبک ۴۰۵

۴۵: من ویرایش ژن را یاد می‌گیرم ۴۱۱

۴۶: ملاقات دوباره با واتسون ۴۱۷

۴۷: دودنا به ملاقات واتسون می‌آید ۴۲۸

بخش نهم: ویروس کرونا ۴۳۳

۴۸: فراخوانی برای جنگ ۴۳۵

۴۹: کیت تشخیص کرونا ۴۴۲

۵۰: آزمایشگاه برکلی ۴۴۷

۵۱: ماموت و شرلوک ۴۵۶

۵۲: کیت‌های کرونا ۴۶۳

۵۳: واکسن‌ها ۴۷۱

۵۴: درمان‌های کریسپری ۴۸۷

۵۵: کنفرانس مجازی کلد اسپرینگ هاربر ۴۹۸

۵۶: جایزه‌ی نوبل ۵۰۸

گفتار پایانی ۵۱۶

سپاسگزاری ۵۲۱

یادداشت‌ها ۵۲۴

نمایه ۵۲۵

مقدمه

خط مقدم

جنیفر دودنا نمی‌توانست بخوابد، دانشگاه برکلی، جایی که او به خاطر نقش خود در ابداع فناوری ویرایش ژنوم (Genome Editing)، مشهور به کریسپر (CRISPR)، همچون یک سوپراستار شناخته شده بود، به‌تازگی به دلیل گسترش سریع پاندمی کرونا تعطیل گردید. برخلاف میل باطنی‌اش، پسرش اندی را که در سال چهارم دبیرستان تحصیل می‌کرد، با اتومبیل به ایستگاه راه‌آهن رسانده بود تا بتوانند برای شرکت در مسابقات ساخت ربات به فِرسنو برود. اما حالا، در ساعت دو بامداد، همسرش را بیدار و به او اصرار کرد تا پیش از شروع مسابقه که قرار بود بیش از دوازده هزار بچه در فضای بسته‌ی مرکز همایش جمع شوند، پسرشان را بازگردانند. آن‌ها لباس‌های‌شان را پوشیدند، سوار اتومبیل شدند، در یک پمپ بنزین شبانه‌روزی سوخت‌گیری کردند و یک راه سه ساعته را در پیش گرفتند. اندی، تنها فرزندشان، از دیدن پدرومادرش خوشحال نبود، اما آن‌ها او را متقاعد کردند که به خانه بازگردد. هنگامی‌که از پارکینگ خارج می‌شدند، اندی پیامی از گروه رباتیک خود دریافت کرد «مسابقه‌ی رباتیک کنسل شد! همه‌ی بچه‌ها به سرعت محل مسابقات را ترک کنند.»[1]

دودنا این لحظه را به یاد می‌آورد که دریافت، جهان او و جهان علم تغییر کرده بود. واکنش ناشیانه دولت به کووید، فرصتی بود تا اساتید و دانش‌آموختگان لوله‌های آزمایش را به دست گرفته، سپملرها را بالا آورده و به سوی خط مقدم نبرد با کرونا بشتابند. روز بعد، جمعه ۱۳ مارس ۲۰۲۰ ــ او جلسه‌ای را متشکل از همکارانش در برکلی و سایر دانشمندان منطقه‌ی خلیجی سانفرانسیسکو برگزار کرد تا درباره‌ی نقش احتمالی‌شان در این زمینه گفتگو کنند.

ده‌ها نفر از آنان راهکار را در عبور از درهای بسته‌ی دانشگاه برکلی و حضور در ساختمانی با نمای براقی از سنگ و شیشه دانستند که آزمایشگاه دودنا در آن‌جا

۱. مصاحبه‌ی نویسنده با جنیفر دودنا. این مسابقه توسط First Robotics برگزار شد، این برنامه سراسری توسط دین کامن (Dean Kamen)، مخترع مهارنشدنی رانَک (Segway)، ایجاد شده است.

قرار داشت. صندلی‌ها را در اتاق کنفرانس طبقه‌ی همکف جابه‌جا کردند تا اولین کاری را که انجام می‌دهند، به دو متر آن‌سوتر بروند! سپس سیستم ویدئو کنفرانس را روشن کردند تا پنجاه پژوهشگر دیگر از دانشگاه‌های نزدیک از طریق پلتفرم زوم (Zoom) در جلسه شرکت کنند. همان‌طور که دودنا در جلوی اتاق ایستاده بود، آن‌ها را گروه‌بندی کرد. او چهره‌ای آرام که با ماسک پوشیده شده بود، گفت «این چیزی نیست که معمولا با دانشمندان انجام می‌دهند. باید دست به‌کار شویم»[۱].

▼

طبیعی بود که گروه مقابله با ویروس توسط پیشتاز فناوری کریسپر رهبری شود. ابزار ویرایش ژنومی که دودنا و دیگران در سال ۲۰۱۲ توسعه دادند، بر مبنای ترفندی در باکتری‌هاست که برای مقابله با ویروس‌ها به مدت بیش از میلیاردها سال به‌کار رفته است. باکتری‌ها در DNA خود، توالی‌های خوشه‌ای تکرارشونده‌ای[۲]، مشهور به کریسپرها، را توسعه می‌دهند که می‌توانند ویروس‌ها را به یاد آورند، به آن‌ها حمله کنند و سپس آن‌ها را از بین ببرند. به عبارت دیگر، این یک سیستم ایمنی است که خود را برای مبارزه با هر موج تازه‌ای از هجوم ویروس‌ها سازگار می‌کند ــ دقیقاً همان چیزی است که ما انسان‌ها در دوره‌ی همه‌گیری‌های پی‌درپی به آن نیاز داریم که گویی هنوز در قرون وسطی مانده‌ایم.

دودنا اسلایدهایی را مانند همیشه آماده و روشمند ارائه کرد تا روش‌هایی را پیشنهاد کند که ممکن بود بر ویروس فائق آیند. دودنا همیشه با گوش دادن پیش می‌رفت. اگرچه او چهره‌ی علمی شده بود، اما مردم در برخورد با او احساس راحتی می‌کردند. با وجود اینکه برنامه بسیار فشرده‌ای داشت، اما از این مهارت برخوردار بود که برای برقراری ارتباط احساسی با مردم به حد کافی وقت بگذارد.

اولین گروهی که دودنا گرد آورد، وظیفه‌ی ایجاد آزمایشگاه تست ویروس کرونا را بر عهده گرفتند. یکی از سرپرست‌ها، محققی به نام جنیفر همیلتون با مدرک پسادکترا بود که همین چند ماه قبل، یک روز را صرف کرده بود تا نحوه به کارگیری کریسپر برای ویرایش ژن‌های انسانی را به من آموزش دهد. من

---

۱. مصاحبه‌ها، صوت‌ها و ویدیوهای ضبط شده، یادداشت‌ها و اسلایدهای تهیه‌شده توسط جنیفر دودنا، مگان هاکستراسر و فیودر اورنوف، والتر آیزاکسون، «قدرت عاج»، ایرمیل (*Air Mail*)، ۱۱ آوریل ۲۰۲۰.

2. Clustered repeated sequences

خوشحال بودم، اما اندکی هم عصبی بودم وقتی دیدم این کار چقدر ساده بود. حتی من هم می‌توانستم آن‌را انجام دهم!

مأموریت ایجاد انواع جدید تست ویروس کرونا براساس کریسپر به گروه دیگری محول شد. این کار به دودنا کمک کرد تا به کسب و کارهای تجاری علاقه‌مند شود. سه سال قبل، او به همراه دو نفر از دانشجویانش در مقطع تحصیلات تکمیلی، شرکتی راه‌اندازی کرد تا از کریسپر به‌عنوان ابزاری برای شناسایی بیماری‌های ویروسی استفاده کنند.

در ابتدای مسیرِ تلاش برای دستیابی به تست‌های جدید جهت شناسایی ویروس کرونا، دودنا عرصه دیگری را در کشمکش‌های خستگی‌ناپذیر و ثمربخش خود با رقیبی در آن سوی کشور گشود. فنگ ژانگ، پژوهشگر خوش‌چهره‌ی متولد چین که در آیوا بزرگ شده بود و در موسسات جامع MIT و هاروارد کار می‌کرد. او از رقابت‌های سال ۲۰۱۲ بر سر تبدیل کریسپر به ابزار ویرایش ژن عملاً رقیب دودنا محسوب می‌شد و از همان زمان، آن دو با یکدیگر بر سر اکتشافات علمی در رقابتی شدید بودند تا شرکت‌هایی مبتنی بر کاربرد کریسپر تأسیس کنند. امروز، با طغیان این همه‌گیری، آن‌ها درگیر رقابت دیگری شدند که در آن نه پیگیری حق امتیازها بلکه پای منافع همگانی در میان بود.

دودنا ده پروژه را معین کرد. او سرپرستانی را برای هر پروژه معرفی کرد و به دیگران گفت که به گروه‌ها بپیوندند. هر کدام از این افراد باید به فردی که وظایف یکسانی داشت، ملحق می‌شد. بنابراین، می‌توانست سازوکار «بهبود توان رزم[1]» را به وجود آورد، در این صورت: اگر هرکدام از آن‌ها گرفتار ویروس می‌شد، کسی بود که جایش را پر کند و کار را ادامه دهد. این آخرین باری بود که آن‌ها یکدیگر را رو در رو ملاقات می‌کردند. از آن به بعد، گروه‌ها از طریق زوم و اسلک همکاری می‌کردند.

دودنا گفت «مایلم که همه خیلی سریع کارشان را شروع کنند، واقعاً سریع.»

یکی از شرکت‌کنندگان به او اطمینان داد «نگران نباش. هیچ کسی قصد مسافرت ندارد.»

---

۱. Battlefield promotion، اصطلاحی نظامی است به این معنا که در زمان جنگ، چنان‌چه فردی بیمار، زخمی و یا کشته شود، فردی دیگر جایگزین او خواهد شد. شناخته‌شده‌ترین شکل آن در گارد جاویدان هخامنشیان دیده شده است. م

▼

چیزی که هیچ یک از شرکت کنندگان در مورد آن بحث نکردند، دورنمای بلندمدت‌تری برای استفاده از کریسپر جهت مهندسی ویرایش‌های قابل وراثت در انسان بود که منجر به میزان آسیب‌پذیری کمتری در فرزندان و تمام نسل‌های آینده ما در برابر عفونت‌های ویروس می‌شوند. این بهبودهای ژنتیکی می‌تواند برای همیشه سرنوشت نوع بشر را تغییر دهد.

وقتی این موضوع را بعد از جلسه مطرح کردم، دودنا با بی‌اعتنایی گفت «این اتفاقات در داستان‌های علمی تخیلی رخ می‌دهد.» با او موافق بودم، این حرف‌ها کمی شبیه رمان‌های دنیای قشنگ نو (*Brave New World*) یا گاتاکا (*Gattaca*) بود. ولی همانند هر داستان علمی تخیلی خوب دیگری، عناصر داستان رنگ واقعیت به خود گرفته بودند. در نوامبر ۲۰۱۸، دانشمند چینی جوانی که در برخی همایش‌های ویرایش ژن دودنا شرکت کرده بود از کریسپر برای ویرایش جنین‌ها و حذف ژن‌هایی استفاده کرد که گیرنده‌هایی برای اتصال ویروس HIV، عامل بیماری ایدز (AIDS)، تولید می‌کنند. این تحقیق به تولد دختران دوقلو، نخستین «نوزادان طراحی‌شده» جهان منجر شد.

به سرعت، حیرت و سپس شوک بزرگی همه جا را فراگرفت. دست‌ها به رعشه افتاد و کمیته‌ها تشکیل شدند. بعدِ بیش از سه میلیارد سال تکامل حیات در این سیاره، یک گونه (ما) توانمندی و جسارت یافت تا کنترل آینده‌ی ژنتیکی خود را به‌دست گیرد. همانند گاز زدن سیب توسط آدم و حوا یا دزدیدن آتش از خدایان توسط پرومتئوس[۱]، به عصر کاملاً جدیدی، شاید به دنیای قشنگ نوینی، گام نهاده بودیم.

این توانایی نوظهور ما برای ویرایش ژن‌ها پرسش‌های جذابی را به وجود می‌آورد. آیا باید گونه‌ی خود را برای آسیب‌پذیری کمتر در برابر ویروس‌های مهلک ویرایش کنیم؟ چه موهبت شگفت‌انگیزی خواهد بود! درست است؟ آیا باید از ویرایش ژن برای حذف اختلالات مخوفی چون اختلال هانتینگتون، کم‌خونی داسی‌شکل و فیبروز سیستیک استفاده کرد؟ این‌ها همه خوب به نظر

۱. Prometheus، از اسطوره‌های یونانی که آتش را از زئوس، خدای خدایان یونان، دزدید و به انسان بخشید. از آن پس مورد خشم زئوس قرار گرفت و زنجیر شد. م

می‌رسد. و ناشنوایی یا نابینایی چطور؟ یا کوتاه قدی؟ یا افسردگی؟ هممم... . چطور باید به آن فکر کرد؟ چند دهه بعد، اگر ممکن و ایمن باشد، آیا باید به والدین اجازه داد که ضریب هوشی و ماهیچه فرزندان خود را تقویت کنند؟ آیا باید اجازه دهیم رنگ چشم آن‌ها را انتخاب کنند؟ رنگ پوست؟ قد؟

اوه! اجازه بدهید قبل از این‌که همگی به انتهای این شیب لغزان سر بخوریم، لحظه‌ای توقف کنیم. این کار ممکن است چه بر سر تنوع در جوامع ما آورد؟ اگر ما دیگر برای موهبت‌های خود تحت تأثیر شانس طبیعی و تصادفی نباشیم، این موضوع حس همدلی و پذیرش ما را تضعیف خواهد کرد؟ اگر این گزینه‌های ارائه‌شده در فروشگاه ژنتیکی رایگان نباشد (که نخواهد بود)، آیا منجر به افزایش نابرابری و درنتیجه رمزگذاری دائمی آن در نژاد انسانی خواهد شد؟ با در نظر گرفتن این مسائل، آیا باید این تصمیمات تنها به خود افراد واگذار شود یا جامعه به‌عنوان یک کل، باید نظر دهد؟ شاید ما باید قوانینی وضع کنیم.

و از «ما» منظورم واقعا ما هست. همه‌ی ما، شامل تو و من. تشخیص تغییر دادن یا ندادن و یا زمان تغییر دادن ژن‌ها، پیامدبارترین سوآلات قرن بیست و یکم خواهد بود، پس فکر کردم شاید دانستن این‌که چطور این ویرایش اتفاق می‌افتد، مفید باشد. به‌علاوه، امواج پی‌درپی اپیدمی ویروسی، به دانستن علوم زیستی اهمیت می‌بخشد. از درک عمیق نحوه‌ی فعالیت چیزها لذت فراوانی به‌دست می‌آید، به‌ویژه زمانی‌که آن چیز، خودمان باشیم. دودنا این لذت را چشید و ما هم می‌توانیم بچشیم. این کتاب درباره همین است!

▼

اختراع کریسپر و طاعون کووید، انتقال ما را به سومین انقلاب بزرگ دوران نوین تسریع خواهد کرد. این انقلاب‌ها از اکتشافاتی برخاستند که بیش از یک قرن پیش از سه شالوده اساسی وجود ما: اتم، بیت و ژن، آغاز شد.

نیمه اول قرن بیستم، با مقالات آلبرت اینشتین در سال ۱۹۰۵درباره نظریه کوانتوم و نسبیت آغاز شد و انقلابی را شکل داد که با علم فیزیک به راه افتاد. پنج دهه پس از آن سال معجزه‌آسا، نظریه‌های او به تولید بمب اتم و انرژی هسته‌ای، ترانزیستور و فضاپیماها، لیزر و رادار منجر شد.

نیمه‌ی دوم قرن بیستم، دوران فناوری اطلاعات بود، بر مبنای این‌که تمامی

اطلاعات می‌تواند توسط ارقام دودویی ــ مشهور به بیت‌ها ــ کدگذاری شوند و تمام فرایندهای منطقی را می‌توان توسط مدارهایی با کلیدهای روشن‌ــ خاموش انجام داد. در دهه ۱۹۵۰، این مورد به پیشرفت میکروتراشه، کامپیوتر و اینترنت انجامید. وقتی این سه اختراع ترکیب شدند، انقلاب دیجیتال متولد شد.

حالا ما وارد سومین دوره و حتی تاریخی‌تر از آن شده‌ایم، انقلاب علوم زیستی. کودکانی که کدنویسی دیجیتالی را یاد می‌گیرند به آن‌هایی خواهند پیوست که کدگذاری ژنتیکی را می‌آموزند.

در دهه ۱۹۹۰، زمانی‌که دودنا دانشجو بود، زیست‌شناسان دیگری برای نقشه‌یابی ژن‌هایی که با DNA ما کدگذاری شده‌اند، رقابت می‌کردند. اما او بیشتر به خواهرِ کمتر شناخته‌شده‌ی DNA، یعنی RNA علاقمند شد. RNA مولکولی است که در سلول با کپی کردن برخی دستورهای کدگذاری‌شده توسط DNA و استفاده از آن‌ها برای تولید پروتئین‌ها، فعالیت می‌کند. جستجوی او برای درک RNA او را به این سوآل اساسی هدایت کرد: حیات چگونه آغاز شد؟ او مولکول‌های RNA را بررسی کرد که می‌توانستند خود را تکثیر کنند، که این احتمال را تقویت کرد که چهار میلیارد سال پیش در خورشت مواد شیمیایی روی این کره، آن‌ها شروع به تکثیر کردند، حتی پیش از آن‌که DNA به‌وجود آید.

به‌عنوان یک بیوشیمیدان درحال مطالعه‌ی مولکول‌های حیاتی در دانشگاه برکلی، بر ساختار RNAها متمرکز شد. اگر شما یک کارآگاه باشید، اساسی‌ترین سرنخ شما در یک رمان پلیسی زیست‌شناختی، از این کشف به‌دست می‌آید که چطور پیچ‌وخم‌های یک مولکول، نحوه‌ی برهم‌کنش آن با سایر مولکول‌ها را تعیین می‌کند. در مورد دودنا، این به معنای مطالعه ساختار RNA بود. این بازتابی بود از کاری که روزالیند فرنکلین با DNA انجام داده بود و توسط جیمز واتسون و فرانسیس کریک استفاده شد تا ساختار مارپیچ دورشته‌ای DNA را در سال ۱۹۵۳ کشف کنند. زمانی‌که این اتفاق می‌افتاد، واتسون همچون تصویر محوی، به زندگی دودنا وارد و خارج می‌شد.

تخصص دودنا در RNA، به تماسی از زیست‌شناسی از برکلی انجامید که روی سیستم کریسپر مطالعه می‌کرد، سیستمی که توسط باکتری‌ها و برای مقابله با ویروس‌ها توسعه‌یافته بود. مانند بسیاری از اکتشافات علمی بنیادی،

مشخص شد که این سیستم مصارف کاربردی دارد. برخی از آن‌ها نسبتاً معمول بودند، مانند حفاظت از باکتری در کشت سلولی ماست و لبنیات. اما در سال ۲۰۱۲، دودنا و سایرین متوجه کاربردی اعجازآورتر شدند: چگونه کریسپر را به ابزاری برای ویرایش ژن تبدیل کنند؟

کریسپر هم‌اکنون برای درمان کم‌خونی داسی‌شکل، سرطان و نابینایی استفاده می‌شود. و در سال ۲۰۲۰، دودنا و گروه‌های تحت نظر او جستجو درباره‌ی نحوه‌ی تشخیص و تخریب ویروس کرونا را به‌وسیله کریسپر آغاز کردند. دودنا می‌گوید «کریسپر در باکتری‌ها به‌دلیل نبرد طولانی مدت آن‌ها با ویروس‌ها تکامل یافت. ما انسان‌ها وقت نداریم تا منتظر بمانیم سلول‌های خودمان برای مقاومت در برابر این ویروس به‌طور طبیعی تکامل یابند، بنابراین ما باید از نبوغ خود برای انجام آن بهره بگیریم. مگر یکی از ابزارهای شایسته این کار، همین سیستم ایمنی باکتریایی باستانی به نام کریسپر نیست؟ طبیعت به همین اندازه زیباست.» اوه، بله. این عبارت را در خاطر داشته باشید: طبیعت زیباست. موضوع دیگر این کتاب همین است.

▼

بازیگران برجسته دیگری در زمینه ویرایش ژنی وجود دارند. بیشتر آن‌ها لیاقت این را دارند که زندگی‌نامه‌ی‌شان یا حتی شاید فیلم‌های سینمایی از زندگی آن‌ها، مورد توجه قرارگیرد. (عنوان پیشنهادی: یک ذهن زیبا[1] از پارک ژوراسیک بازدید می‌کند). آن‌ها نقش مهمی در این کتاب بازی می‌کنند، چون می‌خواهم نشان دهم که علم مانند ورزش گروهی است. اما همچنین می‌خواهم اثری را نشان دهم که یک بازیکن ثابت‌قدم، شدیداً کنجکاو، سمج و به شدت رقابت‌جو می‌تواند داشته باشد. با یک لبخند که گاهی اوقات (اما نه همیشه) محافظه‌کاری درون چشمانش را می‌پوشاند، معلوم شد جنیفر دودنا نقش اول فوق‌العاده‌ای است. همانند هر دانشمندی، او غریزه همکاری دارد، اما رگه‌های رقابت‌جویی در شخصیت او ریشه کرده‌است که بیشتر مبتکران بزرگ آن را

---

۱. A Beautiful Mind، فیلمی براساس زندگی‌نامه‌ی جان نَش ریاضیدان نابغه و برجسته‌ی آمریکایی و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل اقتصاد که بیش از ۳۰ سال به بیماری روان‌گسیختگی یا اسکیزوفرنی مبتلا بود. این کتاب به نویسندگی سیلویا ناسار، ترجمه‌ی مهگونه قهرمان، توسط انتشارات عطائی به زبان فارسی منتشر شده است.

دارند. با احساساتی که معمولا به دقت کنترل می‌شود، جامه‌ی وقار و منزلت برجسته‌ی خود را به‌آرامی بر تن می‌کند.

داستان زندگی او— به عنوان یک محقق، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل، و متفکر سیاست عمومی— حکایت کریسپر را به بعضی موضوعات تاریخی بزرگتر شامل نقش زنان در علم، متصل می‌کند. مانند لئوناردو دا وینچی، او نیز نمونه‌ی بارزی است که کلید نوآوری را به کنجکاوی درباره علوم پایه و کاربرد آن در عمل پیوند می‌دهد و ابزارهایی می‌سازد که می‌توانند در زندگی ما به کار گرفته شوند و این اکتشافات از میز آزمایشگاه به بالین بیماران انتقال یابند.

امیدوارم با بیان داستان او نگاه دقیقی ارائه دهم که علم چگونه کار می‌کند. در آزمایشگاه واقعا چه اتفاقی می‌افتد؟ تا چه حدی اکتشافات به نبوغ فردی بستگی دارد و تا چه اندازه کار گروهی حیاتی می‌شود؟ آیا رقابت برای جوایز و ثبت اختراع، همکاری‌ها را ضعیف کرده است؟

بیش از همه، می‌خواهم اهمیت علم پایه را نشان دهم، به این معنا که پرسش‌ها بیشتر از نیاز و کابرد، ناشی از کنجکاوی هستند[۱]. پژوهش‌های مبتنی بر کنجکاوی در شگفتی‌های طبیعت، گاهی بذرهایی را به شیوه‌های غیرقابل پیش‌بینی برای نوآوری‌های بعدی می‌کارند. پژوهش در علم فیزیک سطح (Surface_state physics)، در نهایت به ترانزیستور و میکروچیپ انجامید. به همین ترتیب، مطالعات بر روی یک روش حیرت‌انگیز که باکتری‌ها در جنگ علیه ویروس‌ها استفاده می‌کنند، در نهایت به ابزار و فنون ویرایش ژنی انجامید که انسان‌ها نیز می‌توانند در مبارزه مقابل ویروس‌ها استفاده کنند.

این داستانی است مملو از بزرگترین پرسش‌ها، از خاستگاه‌های حیات تا آینده نژاد بشر، و این داستان با دختری کلاس ششمی شروع می‌شود که عاشق یافتن «چمن خواب[۲]» و دیگر پدیده‌های جذاب در میان صخره‌های گدازه‌ای هاوایی بود، روزی از مدرسه به خانه می‌آید و روی تخت خود داستانی پلیسی درباره افرادی پیدا می‌کند که تنها با اندکی اغراق اظهار می‌داشتند، آن چه را که هستند، کشف کردند، «راز حیات.»

---

۱. برای بحث کامل‌تر در مورد فرآیند تکراری که امکان دارد بین پژوهشگران علوم پایه و نوآوران فناوری رخ دهد، به فصل ۱۲ در مورد سازندگان ماست مراجعه کنید.

۲. Sleeping grass، گیاهی مانند گل قهر و آشتی که در صورت لمس شدن، برگ‌ها و ساقه خود را جمع می‌کند، گویی که قهر می‌کند و یا به خواب می‌رود. م

بخش اول

خاستگاه حیات

پس از آن، خداوند در سرزمین عدن، واقع در شرق، باغی به وجود آورد،
و آدمی را که آفریده بود در آن باغ قرار داد.
خداوند انواع درختان زیبا در آن باغ رویانید
تا میوه‌های خوش طعم دهند؛ در وسط باغ، «درخت حیات»
و همچنین «درخت شناخت نیک و بد» را قرار داد.

ــ پیدایش ۹ـ۲:۸

۱

هایلو

هائُل

اگر جنیفر دودنا در هر بخش دیگری از آمریکا بزرگ شده بود، شاید کودکی معمولی بود. ولی در هایلو، شهری قدیمی در منطقه‌ی آتشفشانی جزیره‌ی بزرگ هاوایی، این حقیقت که او دراز و لاغر بود و چشمانی آبی و موهایی بلوند داشت، به او حسی می‌داد که بعدها چنین توصیفش کرد «انگار که موجودی عجیب و غریب بودم.» او مورد اذیت و آزار بچه‌های دیگر قرار می‌گرفت، به‌خصوص پسرها، چون برعکس آن‌ها، او روی بازوانش مو داشت. آن‌ها او را «هائُل» صدا می‌کردند، اصطلاحی که اگرچه آن‌قدرها هم بد به‌نظر نمی‌رسد، ولی اغلب برای تحقیر غیربومیان، استفاده می‌شود. این رفتارها، لایه‌ی نازکی از محافظه‌کاری را در او نهادینه کرد که بعدها این محافظه‌کاری به رفتاری دل‌پذیر و خوشایند بدل شد.[۱]

داستان یکی از مادربزرگ‌های جنیفر به بخشی از عرف و فرهنگ خانوادگی او تبدیل شده بود. او در خانواده‌ای شامل سه برادر و سه خواهر زندگی می‌کرد. پدر و مادر آن‌ها نمی‌توانستند از پس هزینه‌ی تحصیل هر شش فرزندشان بربیایند، بنابراین تصمیم گرفتند که فقط دخترها را به مدرسه بفرستند. یکی از آن‌ها، بعدها در مونتانا آموزگار شد و خاطراتی نوشت که از نسلی به نسل دیگر، دست به دست گشت. خاطراتی که سرشار از پشتکار، استخوان خرد کردن، کار در مغازه‌ی خانوادگی و دیگر تلاش‌های بی‌حد و مرز است. سارا، خواهر جنیفر، که در حال حاضر، این دفترچه‌ی خاطرات در اختیار اوست، این‌گونه

---

۱. مصاحبه‌های نویسنده با جنیفر و سارا دودنا، سایر منابع این فصل عبارتند از: زندگی علمی، رادیو بی‌بی‌سی ۱۷ سپتامبر ۲۰۱۷، اندرو پولاک (Andrew Pollack)،«جنیفر دودنا، کسی که کمک کرد ویرایش ژنوم ساده شود»، نیویورک تایمز، ۱۱ می ۲۰۱۵، کلودیا دریفوس (Claudia Dreifus)، «لذت اکتشاف: مصاحبه‌ای با جنیفر دودنا»، *New York Review of Books*، ۲۴ ژانویه ۲۰۱۹، مصاحبه‌ی جنیفر دودنا، آکادمی ملی علوم، ۱۱ نوامبر ۲۰۰۴، جنیفر دودنا، «چرا ویرایش ژنوم زندگی مارا تغییر خواهد داد»، فایننشال تایمز، ۱۴ مارس ۲۰۱۸، لورا کیسلینگ (Laura Kiessling)، «گفتگویی با جنیفر دودنا»، *ACS Chemical Biology Journal*، ۱۶ فوریه ۲۰۱۸، مِلیسا مارینو (Melissa Marino)، «زندگی‌نامه‌ی جنیفر ای. دودنا»، *PNAS*، ۷ دسامبر ۲۰۰۴.

او را وصف می‌کند «او سرسخت و تند مزاج بود و روحیه‌ای پیشرو داشت.»

جنیفر دودنا هم شبیه او دو خواهر داشت، اما برادری در کار نبود. جنیفر به‌عنوان بزرگترین دختر، محبوب پدرش، مارتین دودنا بود، کسی که اغلب از فرزندانش با لفظ «جنیفر و دخترها» یاد می‌کرد. جنیفر در ۱۹ فوریه ۱۹۶۴ در واشنگتن دی.سی متولد شد، جایی که پدرش به عنوان نویسنده‌ی متن سخنرانی در وزارت دفاع کار می‌کرد. اما آرزوی پدرش این بود که استاد ادبیات آمریکایی شود، به همین خاطر به همراه همسرش دوروتی، که معلم کالج شهر بود، به شهر «آن آربر» مهاجرت و در دانشگاه میشیگان ثبت‌نام کرد.

وقتی مدرک دکترایش را دریافت کرد، برای ۵۰ شغل مختلف درخواست داد ولی فقط یک پیشنهاد شغلی از طرف دانشگاه هاوایی در شهر «هایلو» گرفت. به همین خاطر، ۹۰۰ دلار از اندوخته‌ی بازنشستگی همسرش قرض کرد و در آگوست ۱۹۷۱، هنگامی که جنیفر ۷ ساله بود، به همراه خانواده‌اش به آن‌جا مهاجرت کرد.

▼

بسیاری از افراد خلاق ــ از جمله بیشتر کسانی که سرگذشت آن‌ها را شرح دادم، همچون لئوناردو دا وینچی، آلبرت اینشتین، هنری کیسینجر و استیو جابز، با حس بیگانگی نسبت به محیط اطراف‌شان بزرگ شدند. همین مسئله برای دودنا، به‌عنوان دختر مو بلوند جوانی در بین پُلی‌نزیایی‌های[1] ساکن هایلو نیز صدق می‌کرد. او می‌گوید «در مدرسه، خیلی خیلی تنها و گوشه‌گیر بودم.» وقتی کلاس سوم بود، به حدی احساس طردشدگی کرد که غذا خوردن برایش مشکل شد. جنیفر می‌گوید «همه جور مشکل گوارشی داشتم که بعدها فهمیدم به استرس ربط دارد. بچه‌ها، هر روز مرا اذیت می‌کردند.» او به کتاب خواندن پناه برد و در لاک تنهایی خودش فرو رفت. به خودش می‌گفت «بخشی در درون من هست که آن‌ها هرگز لمس‌اش نخواهند کرد.»

او نیز همچون بسیاری دیگر که این احساس بیگانگی را داشتند، کنجکاوی خود را در این باره بسیار پرورش داد که ما انسان‌ها چگونه شایسته آفرینش می‌شویم. او بعدها گفت «تجربه‌ی تأثیرگذارم این بود که دریابم در دنیا کیستم

۱. اهالی و ساکنان پلی‌نزیا (Polynesia)، جزیره‌ای واقع در اقیانوس آرام. م

و چگونه می‌توانم به‌نحوی با آن سازگار شوم.»[۱]

خوشبختانه، این حس بیگانگی، آن چنان ریشه‌دار نشد. زندگی‌اش به‌عنوان بچه مدرسه‌ای، بهتر شد، او روحیه‌ای سرزنده پیدا کرد و روان زخم اوایل دوران کودکی، شروع به محو شدن کرد. او فقط در شرایطی نادر برافروخته می‌شد که رفتاری، عمیقاً آزرده خاطرش می‌کرد، مثل پایان یافتن حق ثبت اختراع، یا هنگامی که مردِ همکار، رفتاری مرموز و گمراه‌کننده داشت.

شکوفایی

پیشرفت او در اواسط کلاس سوم و هنگامی آغاز شد که خانواده‌اش، از قلب هایلو به خانه‌های نوساز و متحدالشکل نقل مکان کردند که در دل دامنه جنگلی و بالاتر از کناره‌های کوه آتشفشانی مونا لوئا حفاری و ساخته شده بود. از مدرسه‌ای بزرگ با ۶۰ دانش‌آموز در هر کلاس، به مدرسه‌ای کوچکتر با تنها ۲۰ دانش‌آموز، جابه‌جا شد. دانش‌آموزان آن‌جا، تاریخ ایالات متحده را می‌خواندند، موضوعی که باعث شد با آن ارتباط بیشتری برقرار کند. وی به یاد می‌آورد که «این موضوع، یک نقطه عطف بود.» به مرور آن‌قدر خوب پیشرفت کرد که وقتی کلاس پنجم بود، معلم ریاضی و علومش، او را برانگیخت تا کلاس پنجم را جهشی بخواند. بدین ترتیب، خانواده‌اش، او را به کلاس ششم فرستادند.

در همان سال، دوستی صمیمی پیدا کرد که در طول زندگی، رفاقت‌اش را با او حفظ کرد. لیزا هینکلی (در حال حاضر با نام لیزا تووییگ ـ اسمیت)، از خانواده‌ای اصیل و چند نژادی اهل هاوائی بود، با ریشه‌ای اسکاتلندی، دانمارکی، چینی و پلی‌نزیایی. او می‌دانست چطور از پس قلدرها بربیاید. او را این گونه توصیف می‌کند «وقتی کسی من را هائُلی عوضی صدا می‌زد، خجالت می‌کشیدم. اما وقتی یک قلدر، لیزا را با این القاب صدا می‌زد، او برمی‌گشت و مستقیم نگاهش می‌کرد و همان القاب را به آن قلدر می‌داد. تصمیم گرفتم که می‌خواهم این‌طوری باشم.» یک روز، از دانش‌آموزان کلاس پرسیدند که می‌خواهند در آینده، چه‌کاره شوند. لیزا اعلام کرد که می‌خواهد چترباز شود. جنیفر می‌گوید «با خود فکر کردم، خیلی باحال است. نمی‌توانستم تصور کنم که خودم چنین پاسخی بدهم. او برعکس من،

---

۱. دریفوس، لذت اکتشاف.

بسیار جسور بود و تصمیم گرفتم که مثل او باشم.»

دودنا و هینکلی، بعدازظهر خود را با دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی در مزارع نیشکر، سپری می‌کردند. زیستگاهی سرسبز و پر تنوع بود: خزه و قارچ، درختان هلو و نخل آرنگا. آن دو، علفزارهائی را یافتند که مملو از سنگ‌های آتشفشانی پوشیده با سرخس بود. در غارهای گدازه‌ای، گونه‌ای از عنکبوت بدون چشم، زندگی می‌کرد. دودنا از این متعجب بود که این نوع عنکبوت، چگونه به‌وجود آمده است؟ او شیفته‌ی تاک خارداری به نام هیلاهیلا (Hilahila) یا «علف‌خواب» نیز شد، چون برگ‌های سرخس‌مانندش، هنگام لمس‌کردن، بر روی هم جمع می‌شد. دودنا به یاد می‌آورد «از خودم می‌پرسیدم، وقتی برگ‌ها را لمس می‌کنم، چه چیزی باعث بسته‌شدن آن‌ها می‌شود؟»[۱]

ما همه روزه، شگفتی‌های طبیعت را می‌بینیم، خواه گیاهی در حرکت باشد یا غروب آفتابی که با انگشتانی ارغوانی رنگ به پهنه آسمان آبی تیره دست دراز می‌کند. کلید کنجکاوی حقیقی، در درنگ‌کردن برای اندیشیدن در علت‌هاست. چه چیزی آسمان را آبی یا غروب آفتاب را ارغوانی می‌سازد یا برگ علف خواب را تاب می‌دهد؟

به‌زودی، دودنا کسی را پیدا کرد که بتواند به چنین سوآلاتی پاسخ دهد. والدین او، با پروفسور زیست‌شناسی به نام «دان هِمِس» دوست بودند و همگی با هم به پیاده‌روی در طبیعت می‌رفتند. همس به یاد می‌آورد «ما به گشت وگذار در دره‌ی وایپیو و سایر مناطق جزیره‌ی بزرگ، برای یافتن قارچ‌هایی پرداختیم که علاقه‌ی علمی من بودند.» پس از عکس‌گرفتن از قارچ‌ها، کتاب‌های مرجع خود را بیرون می‌آورد و به دودنا نشان می‌داد که چگونه آن‌ها را تشخیص دهد. او همچنین، صدف‌های بسیار کوچک را از ساحل جمع‌آوری و با همکاری دودنا آن‌ها را رده‌بندی می‌کرد تا بتوانند به نحوه‌ی تکامل آن‌ها پی ببرند.

پدر جنیفر، اسب خرمایی رنگ عقیمی برای او خرید که نام آن را از درختی با میوه‌ای معطر به نام موکیانا گرفت. دودنا به تیم فوتبال پیوست و به‌عنوان هافبک بازی می‌کرد که موقعیت دشواری بود، چون به دونده‌ای با پاهای بلند و چابکیِ بسیاری نیاز داشت. او می‌گوید «هافبک بودن قیاس خوبی از چگونگی تعامل با

۱. مصاحبه‌های نویسنده با لیزا توییگ‌ـاسمیت و جنیفر دودنا.

حرفه‌ام است. به‌دنبال موقعیت‌هایی بودم که بتوانم جایگاه مناسبی در آن‌ها پیدا کنم، طوری که افراد محدودی با مهارت‌های مشابه در آن جایگاه باشند.»

ریاضی درس موردعلاقه‌ی او بود، چون کارکردن از راه اثبات، او را به یاد شغل کارآگاهی می‌انداخت. در مقطع دبیرستان، معلم زیست‌شناسی شاد و مشتاقی به نام مارلن هاپایی داشت که در انتقال لذت اکتشاف، شگفت‌انگیز بود. دودنا می‌گوید «او به ما آموخت که علم، فرآیند پی بردن به مسائل است.»

با این‌که از ابتدا، عملکرد تحصیلی خوبی داشت اما احساس می‌کرد که در آن مدرسه‌ی کوچک، سطح انتظارات پائین بود. او اظهار می‌کند «حس کردم که آموزگارانم، از من انتظار زیادی ندارند.» او پاسخ ایمنی جالبی داشت: نبود چالش باعث شد که او آزادانه‌تر ریسک کند. او به یاد می‌آورد «تصمیم گرفتم که باید به‌دنبال ریسک کردن بروم، هر چه شد به جهنم! این تصمیم، مرا برای ریسک‌پذیری بیشتر مشتاق‌تر کرد، چیزی که بعدها به هنگام ارائه پروژه‌ها در علوم انجام دادم.»

پدرش، تنها کسی بود که او را تشویق می‌کرد. او بزرگترین دخترش را هم‌فکر و هم‌زبان خود در خانواده و روشنفکری می‌دانست که آماده‌ی رفتن به کالج و یافتن شغلی دانشگاهی بود. دودنا می‌گوید «همیشه احساس می‌کردم پسری هستم که او می‌خواست داشته باشد. با من کمی متفاوت‌تر از خواهرانم، رفتار می‌شد.»

مارپیچ دورشته‌ای جیمز واتسون

پدر دودنا، چنان عاشق مطالعه بود که هر شنبه، انبوهی از کتاب‌ها را از کتابخانه‌ی محلی می‌گرفت و در تعطیلات آخر هفته، همه‌ی آن‌ها را تمام می‌کرد. نویسندگان مورد علاقه‌ی او «امرسون» و «توریو» بودند، ولی همچنان که جنیفر بزرگ‌تر می‌شد، پدرش متوجه شد که بیشتر کتاب‌هایی را که به سر کلاس می‌برد، نویسندگان مرد نوشته‌اند. بنابراین، نویسندگان زن، مانند «دوریس لسینگ»، «ان تایلر» و «جوآن دیدیون» را هم به سرفصل‌های درسی خود افزود.

او اغلب برای جنیفر، از کتابخانه یا فروشگاه کتاب‌های دست دوم محل، کتابی به خانه می‌آورد تا او بخواند، و این‌گونه بود که وقتی یک روز جنیفر از مدرسه (کلاس ششم) به خانه برگشت، با نسخه کاغذی و دست دومی از کتاب مارپیچ دورشته‌ای جیمز واتسون، روی تخت‌اش روبرو شد.

او خیال کرد که این کتاب، داستانی کارآگاهی است و آن را به کناری انداخت. سرانجام، وقتی بعداز ظهر بارانی یک روز شنبه به سراغ کتاب رفت، متوجه شد که حسش تا حدی درست بود. همان‌طور که به‌سرعت صفحات را ورق می‌زد، شیفته درامی به شدت کارآگاهی و فردمحور شد که درباره‌ی جاه‌طلبی و رقابت، در جستجوی حقایق درونی طبیعت و مملو از شخصیت‌پردازی‌های واضح بود. او به یاد دارد «وقتی خواندن کتاب تمام شد، پدرم با من، در این خصوص گفتگو کرد. پدرم از این داستان، به‌خصوص جنبه‌ی بسیار فردی آن، جنبه‌ی انسانی انجام چنین پژوهشی، خوشش آمد.»

در این کتاب، واتسون (با اغراق) داستانی نقل کرده بود که چگونه یک دانشجوی زیست‌شناسی ۲۴ ساله و ازخودراضی اهل میانه‌ی غربی آمریکا، از دانشگاه کمبریج انگلستان سر درآورد، با بیوشیمیدانی به نام فرانسیس کریک، ارتباط نزدیکی پیدا کرد و آن دو با هم، برنده‌ی مسابقه‌ی کشف ساختار DNA در سال ۱۹۵۳ شدند. نگارش کتابی داستانی به سبک دانای کل، از آمریکائی جسوری که در هنر خودکم‌بینی و همزمان خودستایی مانند بریتانیایی‌ها، استاد شده است، حجم زیادی از علم و دانش را در قالب داستانی پرحاشیه از نقاط ضعف اساتید مشهور، در کنار لذت‌های معاشقه، تنیس، فعالیت‌های آزمایشگاهی و چای عصرگاهی، به خواننده تحمیل می‌کند.

علاوه بر فرد بی‌ریا و خوش‌شانسی که واتسون به‌عنوان شخصیت خودش در کتاب معرفی کرد، جالب‌ترین شخصیت دیگر او در کتاب، روزالیند فرانکلین بود، زیست‌شناس ساختاری و بلورشناسی که واتسون، بی‌اجازه از اطلاعات وی بهره می‌برد. در نمایاندن تبعیض جنسیتی مرسوم دهه‌ی ۵۰ میلادی، واتسون با حالت تحقیرآمیزی از او با عنوان «رُزی» یاد می‌کند، نامی که خود روزالیند هیچ‌گاه به‌کار نمی‌برد، و (واتسون) ظاهر ساده و شخصیت سردش را مورد تمسخر قرار می‌دهد. با این وجود، واتسون سخاوتمندانه به تسلط روزالیند بر علم پیچیده و هنر زیبای استفاده از پراش پرتوی ایکس در کشف ساختار مولکول‌ها احترام می‌گذارد.

دودنا می‌گوید «دریافتم که با روزالیند کمی تحقیرآمیز رفتار می‌شده است، اما چیزی که بیشتر شوکه‌ام کرد این بود که زنی بتواند دانشمندی بزرگ شود. شاید کمی دیوانگی به‌نظر برسد. گمان می‌کنم می‌بایست پیش‌تر درباره ماری

کوری شنیده باشم. اما خواندن این کتاب، نخستین باری بود که باعث شد درموردش بیندیشم، و چشمانم را باز کرد. زنان می‌توانند دانشمند باشند.»[۱]

همچنین، این کتاب باعث شد دودنا به چیزی درباره‌ی طبیعت پی ببرد که منطقی و در عین حال اعجاب‌آور بود. هنگام قدم‌زدن در جنگل‌های استوائی، سازوکارهای زیستی حاکم بر موجودات زنده، از جمله پدیده‌های شگفت‌انگیز، توجه او را به خود جلب می‌کردند. دودنا به یاد می‌آورد «وقتی در هاوائی بزرگ می‌شدم، همیشه دوست داشتم با پدرم، به جستجوی چیزهای جالب در طبیعت بروم مانند 'علف خواب' که وقتی لمسش کنید، پیچ و تاب می‌خورد. این کتاب باعث شد تا پی ببرم که می‌توان به جستجوی دلایلی پرداخت که چرا طبیعت بدین‌گونه عمل می‌کند.»

حرفه‌ی دودنا با بینشی شکل می‌گرفت که هسته مارپیچ دورشته‌ای است: شکل و ساختار مولکول شیمیائی تعیین می‌کند که چه نقش زیستی داشته باشد. این موضوع برای کسانی که به کشف اسرار بنیادین حیات علاقه‌مند هستند، مکاشفه‌ای شگفت‌انگیز است. این‌گونه است که دانش شیمی ــ مطالعه‌ی چگونگی پیوند بین اتم‌ها برای آفرینش مولکول‌ها ــ به زیست‌شناسی بدل می‌شود.

در مفهوم وسیع‌تر، حرفه‌ی وی با این حقیقت شکل گرفت که وقتی نخستین بار با کتاب مارپیچ دورشته‌ای روی تختش مواجه شد و گمان کرد یکی از کتاب‌های کارآگاهی مرموز موردعلاقه‌اش است، حس درستی داشت. سال‌ها بعد اشاره کرد «من عاشق داستان‌های مرموز بوده‌ام. شاید این علاقه، شیفتگی‌ام را به علم و دانش توضیح دهد، دانشی که تلاش بشریت است برای درک کهن‌ترین رازی که می‌شناسیم: منشأ و عملکرد جهان طبیعی و جایگاه ما در آن.»

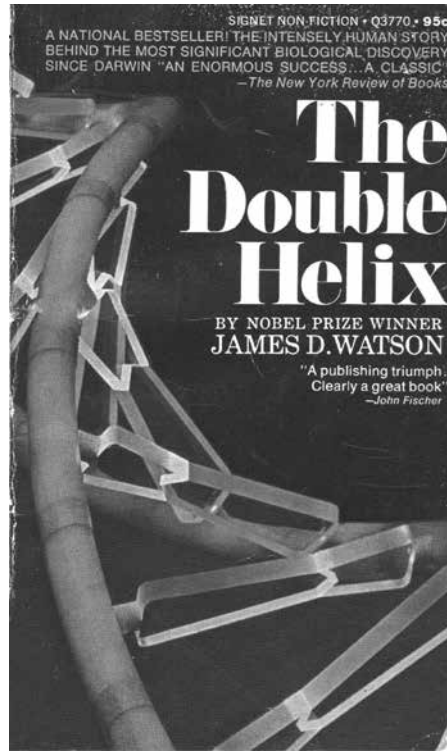
با این که مدرسه‌ی او دختران را به دانشمند شدن تشویق نمی‌کرد، او تصمیم گرفت که این همان چیزی است که می‌خواست انجام دهد. شور و اشتیاق جنیفر نسبت به درک نحوه‌ی کار طبیعت و میلی رقابت‌جویانه برای تبدیل اکتشافات به اختراعات، کمک کرد تا چیزی بسازد که بعدها واتسون، با آن خودبزرگ‌بینی همیشگی که در تظاهر به تواضع پنهان می‌کرد، به او بگوید که آن اختراع مهم‌ترین دستاورد زیستی پس از مارپیچ دورشته‌ای است.

---

۱. مصاحبه‌های نویسنده با جنیفر دودنا و جیمز واتسون.

مندل

داروین


SIGNET NON FICTION • Q3770 • 95c
A NATIONAL BESTSELLER! THE INTENSELY HUMAN STORY BEHIND THE MOST SIGNIFICANT BIOLOGICAL DISCOVERY SINCE DARWIN "AN ENORMOUS SUCCESS...A CLASSIC"
—The New York Review of Books
The Double Helix
BY NOBEL PRIZE WINNER
JAMES D. WATSON
"A publishing triumph... Clearly a great book"
—John Fischer

۲

ژن

داروین

مسیری که منجر به کشف ساختار DNA توسط واتسون و کریک شد، یک قرن پیش از آن، در دهه‌ی ۱۸۵۰ توسعه یافت، زمانی‌که طبیعت‌شناس انگلیسی، چارلز داروین، نتیجه‌ی تحقیقاتش را در کتابش با عنوان منشأ انواع[1] منتشر کرد و گرگور مندل، کشیشی کم‌درآمد در برنو (اکنون بخشی از کشور چک است)، شروع به پرورش نخودفرنگی در باغچه‌ی صومعه‌اش کرد. منقار سهره‌های داروین و صفات نخودفرنگی‌های مندل ایده‌ی ژن را خلق کرد، ساختاری در موجودات زنده که حامل رمز وراثت است.

داروین در ابتدا قصد داشت تا حرفه‌ی پدر و پدربزرگش را که پزشکانی برجسته بودند، دنبال کند. اما دریافت که از خون و فریادهای کودکان دست و پا بسته‌ی زیر تیغ جراحی وحشت دارد. پس دانشکده‌ی پزشکی را رها و شروع به درس خواندن کرد تا کشیش آنجلیکن بشود، حرفه‌ی دیگری که اساساً مناسب‌اش نبود. علاقه‌ی واقعی او، از زمانی‌که در هشت سالگی شروع به جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی و جانوری می‌کرد، این بود که طبیعت‌شناس شود. در سال ۱۸۳۱، زمانی که ۲۲ سال داشت، فرصتی برای او پیش آمد. به او پیشنهاد شد به‌عنوان کلکسیونری متشخص برای سفری به دور دنیا، سوار کشتی بیگل با بودجه‌ی خصوصی شود.

در سال ۱۸۵۳، در چهارمین سال از این سفر ۵ ساله، کشتی بیگل دوازده جزیره‌ی کوچک گالاپاگوس را در سواحل اقیانوس آرام آمریکای جنوبی کاوش کرد. در آن جزایر، داروین به جمع‌آوری لاشه‌هایی پرداخت که آن‌ها را به‌عنوان سهره، طرقه، سینه‌سرخ، مرغ مقلد و سِسِک ثبت کرد. اما دو سال بعد، پس از برگشت‌اش به انگلستان، از طریق پرنده‌شناسی به نام جان گولد مطلع

۱. *The Origin of Species* (خاستگاه گونه‌ها).

شد که آن پرنده‌ها در حقیقت، گونه‌های مختلف سهره‌اند. داروین این نظریه را مطرح کرد که تمامی آن پرندگان، از نیایی مشترک تکامل یافته‌اند.

او می‌دانست که اسب‌ها و گاوها در نزدیکی خانه‌ی دوران کودکی‌اش در روستایی در انگلستان، گاهی با اندکی تنوع به دنیا می‌آیند و در طول سال‌ها، پرورش‌دهندگان بهترین گونه‌ها و نژادها را برای تولید جمعیتی با ویژگی‌های مطلوب‌تر انتخاب می‌کنند. شاید طبیعت هم کار مشابهی انجام می‌دهد. او این پدیده را «انتخاب طبیعی» نامید. او این نظریه را مطرح کرد که در مناطق دورافتاده‌ی خاصی همچون جزایر گالاپاگوس، تعداد کمی جهش (به شوخی از کلمه‌ی «سرگرمی» استفاده کرد) در هر نسل رخ می‌دهد و ممکن است تغییر شرایط، شانس آن‌ها را برای برنده شدن در رقابت بر سر منابع غذائی و در نتیجه، تولید مثل افزایش دهد. فرض کنید منقار گونه‌ای از سهره، برای خوردن میوه مناسب است، اما به‌دلیل خشکسالی، تمامی درختان میوه نابود می‌شوند، تنها گونه‌های معدودی شانس بقا دارند که منقارهایی مناسب شکستن دانه‌ها داشته باشند. او نوشت «تحت چنین شرایطی، تغییرات مطلوب، حفظ می‌شود و تغییرات نامطلوب از بین می‌رود. نتایج چنین پدیده‌ای، شکل‌گیری گونه‌های جدید است.»

داروین برای انتشار نظریه‌اش تردید داشت، زیرا نظریه‌ای به شدت ارتدادی بود، اما حس رقابت‌طلبی به او انگیزه داد، و این چیزی است که اغلب در تاریخ علم پیش می‌آید. در سال ۱۸۵۸، آلفرد راسل والاس، طبیعت‌شناسی جوان‌تر، پیش‌نویسی از مقاله‌ای را برای داروین فرستاد که نظریه‌ی مشابهی را پیشنهاد می‌کرد. داروین برای چاپ مقاله‌ی خودش شتاب کرد و آن دو توافق کردند که کار تحقیقاتی خود را در یک روز در جلسه بعدی یک انجمن علمی مهم ارائه دهند.

داروین و والاس، یک صفت کلیدی داشتند که کاتالیزور خلاقیت است: گستره‌ی علائق آن دو، وسیع بود و می‌توانستند اصول مختلف را به هم مرتبط کنند. هر دو به مکان‌هایی عجیب و غریبی سفر و گونه‌های بسیاری را مشاهده کرده بودند و نیز هر دو کتاب «مقاله‌ای درباره‌ی اصل جمعیت»[1] نوشته‌ی توماس مالتوس، اقتصاددان انگلیسی را خوانده بودند. مالتوس در کتابش استدلال می‌کند که احتمال رشد جمعیت انسانی، بیش از حد منابع غذائی است. افزایش بیش از

1. An Essay on the Principle of Population

جمعیت، منجر به قحطی می‌شود که افراد ضعیف‌تر و فقیرتر را از بین می‌برد. داروین و والاس دریافتند این عقیده می‌تواند برای همه‌ی گونه‌ها صدق کند و به نظریه‌ای منتهی می‌شود که مبتنی بر بقای سازگارترین گونه‌هاست. داروین خاطرنشان کرد «به‌طور اتفاقی و برای سرگرمی، کتاب مالتوس در مورد اصل جمعیت را خواندم و ... فوراً متوجه شدم که در این شرایط، تغییرات مطلوب حفظ می‌شود و نامطلوب‌ها از بین می‌رود.» همان‌طور که نویسنده‌ی کتاب‌های علمی تخیلی و استاد بیوشیمی، ایزاک آسیموف بعدها درخصوص پیدایش نظریه‌ی تکاملی بیان کرد «آن چه به آن نیاز داشتید، کسی بود که به مطالعه‌ی گونه‌ها بپردازد، کتاب مالتوس را بخواند و توانایی برقراری ارتباط متقابل را داشته باشد.»

درک این‌که گونه‌ها از طریق جهش‌ها و انتخاب طبیعی تکامل می‌یابند، سوآل بزرگی است که باید به آن پاسخ داد: ساز و کار این تکامل چگونه بود؟ تغییر مفیدی که در منقار سهره یا گردن زرافه رخ می‌دهد، چگونه می‌تواند به نسل‌های آینده منتقل شود؟ داروین می‌پنداشت که موجودات زنده، دارای ذراتی بسیار کوچک حاوی اطلاعات وراثتی باشند. او گمان می‌کرد که احتمالاً این اطلاعات وراثتی جنس نر و ماده، در جنین با یکدیگر ترکیب می‌شوند. اما داروین و دیگران به‌زودی فهمیدند که این موضوع، به این معنی است که هر صفت سودمندی، نه به‌طور کامل، بلکه تدریجاً در طول نسل‌ها انتقال می‌یابد.

داروین در کتابخانه‌ی شخصی‌اش نسخه‌ای از مجله‌ای گمنام داشت که شامل مقاله‌ای از سال ۱۸۶۶، به همراه پاسخ آن مسئله بود. اما نه داروین، و نه سایر دانشمندان، تا آن زمان هرگز آن را مطالعه نکرده بودند.

مندل

نویسنده‌ی آن مقاله، گرگور مندل، راهبی کوتاه قامت و فربه بود که در سال ۱۸۲۲ به دنیا آمد. والدین او کشاورزان آلمانی‌الاصلی بودند که در «موراویا»، واقع در امپراتوری اتریش زندگی می‌کردند. او گردش در باغ صومعه‌ی برنو را به کشیش کلیسایی بودن ترجیح می‌داد. اندکی زبان چکی می‌دانست و برای کشیش بودن زیادی خجالتی بود. بنابراین تصمیم گرفت معلم ریاضی و علوم شود. شوربختانه حتی پس از تحصیل در دانشگاه وین، چندین بار در امتحان تأیید صلاحیت آموزگاری رد شد. عملکرد او در یکی از آزمون‌های

زیست‌شناسی، با کسب نمره‌ی ۴، فاجعه‌بار بود.

مندل پس از آخرین ناکامی در امتحانات، درحالی‌که کار دیگری برای انجام‌دادن نداشت، به باغ صومعه بازگشت تا به پرورش نخود فرنگی که علاقه‌ی وافری به آن داشت، ادامه دهد. در سال‌های قبل، او تمرکز خود را بر روی به عمل‌آوردن نژاد خالصی از نخود فرنگی‌ها گذاشته بود. گیاهان او هفت صفت داشتند که به دو رقم یا واریته منجر شد: دانه‌های زرد یا سبز، گل‌های سفید یا بنفش، دانه‌های صاف یا چروکیده وغیره. او با گزینش دقیق، بوته‌هایی با نژاد خالص تولید کرد، مثلاً فقط با گل‌های بنفش یا دانه‌های چروکیده.

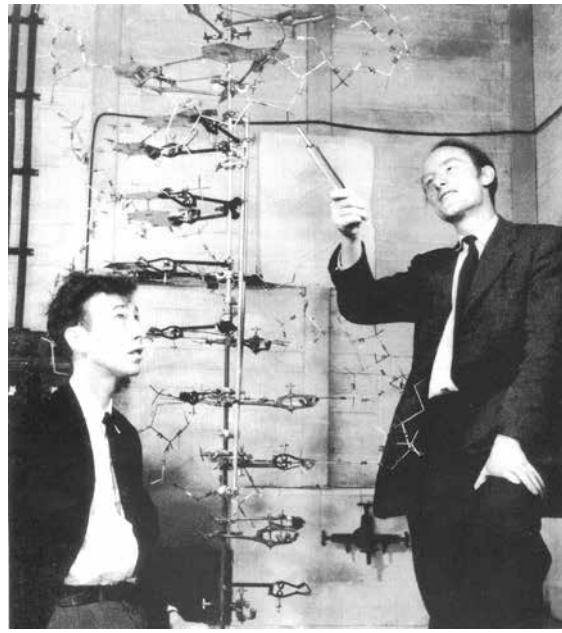
سال بعد، او دست به آزمایش جدیدی زد: پرورش ترکیب گیاهان با صفات مختلف، مانند گیاهانی که دارای گل‌های سفید و گل‌های بنفش بودند. این کار طاقت‌فرسا بود که شامل برش گیرنده‌های گیاه به وسیله‌ی گیره‌ی مخصوص و استفاده از قلم‌موی کوچکی برای انتقال گرده می‌شد.

با توجه به آنچه داروین در آن زمان می‌نوشت، آزمایش‌های مندل، نتایج با اهمیتی را نشان می‌داد. هیچ ترکیبی از صفات وجود نداشت. نه گیاهان بلندی که با گیاهان کوتاه آمیزش زده شده بودند، زاده‌هایی با اندازه‌ی متوسط تولید کردند و نه حاصل آمیزش گیاهان گل‌دار بنفش با گیاهان گل سفید، زاده‌هایی با گل‌های ارغوانی کم‌رنگ بود. درعوض، تمامی زاده‌های همه‌ی گیاهان بلند و کوتاه، بلند بودند. زاده‌ی حاصل از آمیزش گل‌های بنفش با گل‌های سفید، تنها گل‌های بنفش تولید کرد. مندل این صفات را غالب (Dominant) نامید، و صفاتی را که تظاهری نداشتند، مغلوب (Recessive) خواند.

در تابستان بعدی، هنگام تولید زاده‌هایی از گیاهان دورگه‌اش، به یافته‌ی بزرگتری دست پیدا کرد. اگرچه نخستین نسل از زاده‌های دورگه، تنها صفات غالب را نشان دادند (مثلاً همه‌ی گل‌ها بنفش یا همه‌ی ساقه‌ها بلند)، صفات مغلوب در نسل بعدی دوباره ظاهر شد و یافته‌های او، الگویی را مشخص کرد: در دومین نسل، صفات غالب در سه چهارم زاده‌ها و صفات مغلوب در یک چهارم زاده‌ها ظاهر می‌شوند. وقتی گیاهی، دو نسخه‌ی غالب یا یک نسخه غالب و یک مغلوب از ژن را به ارث ببرد، صفت غالب در زاده‌ها بروز می‌کند. اما اگر هر دو نسخه‌ی مغلوب ژن را بگیرد، صفت کمتر شایع ظاهر می‌شود.

پیشرفت‌های علمی با تبلیغات به پیش می‌روند. با این‌حال به نظر می‌رسید که مندل، این راهب آرام و ساکت، به چشم نیامده است. او مقاله‌اش را در سال ۱۸۶۵ به‌صورت ماهانه در دو بخش، به چهل کشاورز و پرورش‌دهندگان گیاه عضو جامعه‌ی علوم طبیعی برنو ارائه داد و بعداً آن را در مجله‌ی سالانه به چاپ رساند. این مقاله از آن زمان تا ۱۹۰۰، به‌ندرت مورد استناد قرار می‌گرفت، تا زمانی‌که دانشمندان با انجام آزمایش‌هایی مشابه، مجدداً این الگو را کشف کردند.

یافته‌های مندل و دانشمندان پس از او منجر به طرح مفهوم واحدی از وراثت شد. مفهومی که یوهانس ویلهلم ینسن گیاه‌شناس دانمارکی در سال ۱۹۰۵ آن را «ژن» نامید. ظاهراً مولکولی وجود داشت که بیت‌هایی از اطلاعات وراثتی را رمزگذاری می‌کرد. دانشمندان طی چندین دهه به‌طور طاقت‌فرسایی سلول‌های زنده را مطالعه کرده و کوشیدند برای تعیین این‌که چه مولکولی ممکن است باشد.



واتسون و کریک با مدل DNA ارائه‌شده توسط آن‌ها، ۱۹۵۳

۳
DNA

دانشمندان در ابتدا تصور می‌کردند که ژن‌ها توسط پروتئین‌ها حمل می‌شوند. به هرحال، پروتئین‌ها بیشتر وظایف مهم موجودات را انجام می‌دهند. آن‌ها در نهایت متوجه شدند که یکی دیگر از مواد رایج در سلول‌های زنده، نوکلئیک اسیدها همچون اسب‌هایی حامل وراثت هستند. این مولکول‌ها از یک قند، فسفات‌ها و چهار ماده به نام بازها تشکیل شده‌اند که به‌صورت زنجیره‌ای به هم متصل هستند. دو نوع از این مولکول‌ها وجود دارند: ریبونوکلئیک‌اسید (RNA) و یک مولکول مشابه که فاقد یک اتم اکسیژن است و بنابراین دئوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (DNA) نامیده می‌شود. از دیدگاه تکاملی، هم ساده‌ترین ویروس کرونا و هم پیچیده‌ترین انسان، اساساً بسته‌های پروتئینی حاوی مواد ژنتیکی کدگذاری شده با نوکلئیک اسیدها هستند و این مواد را تکثیر می‌کنند.

کشف اولیه‌ای که به DNA به‌عنوان مخزن اطلاعات ژنتیکی اشاره کرد، در سال ۱۹۴۴ توسط بیوشیمیدانی به نام اسوآلد اوری و همکارانش در دانشگاه راکفلر در نیویورک انجام شد. آن‌ها DNA را از یک سویه‌ی باکتریایی استخراج و با سویه دیگری مخلوط کردند و نشان دادند که DNA عناصر قابل‌وراثت را منتقل می‌کند.

گام بعدی در حل معمای حیات، این بود که DNA چگونه این کار را انجام می‌داد. این امر مستلزم رمزگشایی سرنخی بود که بنیان همه‌ی اسرار طبیعت است. تعیین ساختار دقیق DNA ــ این‌که چگونه همه اتم‌های آن درکنارهم قرار می‌گیرند و چه شکلی به‌دست می‌آید ــ می‌تواند نحوه‌ی عملکرد آن را توضیح دهد. این امری بود که نیازمند ترکیب سه رشته‌ای بود که در قرن بیستم ادغام شده بودند: ژنتیک، بیوشیمی و زیست‌شناسی ساختاری.

جیمز واتسون

جیمز واتسون به‌عنوان پسری بسیار باهوش و گستاخ از طبقه‌ی متوسط شیکاگو

بود که در مدرسه‌ای دولتی تحصیل می‌کرد. این شرایط در او تمایلی به ایجاد غریزه‌ای ذهنی را به‌وجود آورد که بعداً به او به‌عنوان یک دانشمند، و نه یک شخص عادی، کمک کرد. در طول زندگی‌اش، بیان سریع جملات ناتمام، بی‌حوصلگی و ناتوانی در فیلترکردن تصورات غیرارادی او را نمایش می‌داد. او بعداً گفت که یکی از مهم‌ترین درس‌هایی که والدین‌اش به او آموختند این بود که «ریاکاری برای دریافت پذیرش اجتماعی، عزت‌نفست را از بین می‌برد.» و او این مسئله را به‌خوبی یاد گرفته بود. از دوران کودکی تا نود سالگی، او به‌طرز وحشتناکی در اظهاراتش، چه درست و چه نادرست، صریح بود که باعث می‌شد گاهی رفتارش از نظر اجتماعی غیرقابل‌قبول باشد، اما هرگز شخصیتی فاقد عزت‌نفس نبود.[۱]

واتسون در دوران رشد به پرنده‌نگری (bird_watching) علاقه‌مند بود و زمانی‌که در برنامه‌ی رادیویی مسابقه‌ی کودکان برنده‌ی سه برگ از اوراق قرضه‌ی جنگ[۲] شد. از آن‌ها برای خرید یک جفت دوربین دوچشمی برند بوش و لومب استفاده کرد. جیمز قبل از سحر برمی‌خاست که با پدرش به پارک جکسون برود تا دو ساعت تمام را صرف پیداکردن چکاوک‌های کمیاب کند و سپس با یک چرخ‌دستی به آزمایشگاه مدرسه‌ای می‌رفت که همچون دیگی مملو از غلغله‌ی بچه‌ها بود.

در دانشگاه شیکاگو که در پانزده سالگی وارد آن شد، برنامه‌ریزی کرد تا با پرنده‌شناس شدن، به عشق و علاقه‌ی خود به پرندگان بیفزاید و از تنفرش به شیمی بکاهد. اما در سال آخر کتابی با عنوان حیات چیست؟ خواند که در آن

---

۱. نویسنده: این بخش از مصاحبه‌های متعدد من با جیمز واتسون طی چند سال و نیز کتاب او مارپیچ دورشته‌ای (چاپ شده توسط انتشارات Atheneum در ۱۹۶۸) استخراج شده است. همچنین از کتاب «شرح و توضیحی بر مارپیچ دورشته‌ای» به قلم «الکساندر گان» و «یان ویتکوفسکی» (انتشارات سیمون و شوستر، ۲۰۱۲) استفاده کردم که شامل نامه‌های در توصیف مدل DNA و موارد تکمیلی دیگر است. نیز این بخش از کتاب‌های دیگر ازجمله «از افراد کسل‌کننده بپرهیز» نوشته‌ی جیمز واتسون (آکسفورد، ۲۰۰۷)، «روزالیند فرانکلین: بانوی تاریک DNA» به قلم برندا مدوکس (هارپرکالینز، ۲۰۰۲)، «روز هشتم» با تالیف جادسون، «ژن» نوشته‌ی موخرجی و «تاریخ علم ژنتیک» به قلم استورتوانت تصویر شده است.

۲. اوراق قرضه‌ای که دولت ایالات متحده در دوران جنگ جهانی دوم به مردم این کشور می‌فروخت تا بتواند هزینه‌های نظامی جنگ با آلمان نازی را تأمین کند. م

اروین شرودینگر، فیزیکدان کوانتومی، توجه خود را به زیست‌شناسی معطوف کرد تا استدلال کند که کشف ساختارهای مولکولی یک ژن نشان می‌دهد که چگونه اطلاعات وراثتی در طول نسل‌ها حفظ و منتقل می‌شود. واتسون بعد از آن روز صبح که این کتاب را از کتابخانه امانت گرفت، وسواس زیادی برای درک ژن داشت.

هنگامی‌که برای تحصیل در مقطع دکتری به دانشگاه کلتک درخواست داد، به دلیل نمرات متوسطاش پذیرفته نشد و از هاروارد نیز کمک هزینه‌ای دریافت نکرد.[۱] بنابراین، به دانشگاه ایندیانا رفت. این دانشگاه تاحدودی با استخدام یهودیان در سواحل شرقی، یکی از بهترین مناطق کشور آمریکا در مطالعه‌ی ژنتیک، مشکل داشت و با برنده‌ی جایزه‌ی نوبل آینده، هرمان مولر و مهاجر ایتالیایی سالوادور لوریا، درخشید.

▼

واتسون با لوریا به‌عنوان استاد راهنمای دوره‌ی دکتری خود، بر روی ویروس‌ها مطالعه کرد. این بسته‌های کوچک مواد ژنتیکی اساساً به خودی‌خود بی‌جان هستند، اما وقتی به سلول زنده‌ای حمله می‌کنند، کنترل آن‌ها را به دست می‌گیرند و خود را تکثیر می‌کنند. ساده‌ترین این ویروس‌ها برای مطالعه، آن‌هایی هستند که به باکتری‌ها حمله می‌کنند و به آن‌ها فاژ (Phage) می‌گویند که مخفف کلمه‌ی باکتریوفاژ (Bactriophage) به معنای باکتری‌خوار است (این اصطلاح را به‌خاطر بسپارید، زیرا زمانی‌که در مورد کشف کریسپر صحبت می‌کنیم، دوباره به آن برخواهیم گشت).

واتسون به حلقه‌ی بین‌المللی زیست‌شناسان لوریا معروف به گروه فاژ پیوست. واتسون می‌گوید «لوریا به‌طور مشخصی از اکثر شیمیدانان متنفر بود، به‌ویژه از شیمیدانان رقابت‌جوی خارج از جنگل‌های شهر نیویورک.»[۲] اما لوریا به زودی متوجه شد که کشف فاژها به دانش شیمی نیاز دارد. بنابراین او به واتسون کمک

---

۱. جادسون می‌گوید که واتسون در هاروارد رد شد. اما، واتسون به من گفت و در کتابش از افراد کسل کننده پرهیز اشاره می‌کند که او پذیرفته شده ولی کمک هزینه‌ی تحصیلی دریافت نکرده است.

۲. یکی از اسامی مستعار شهر نیویورک جنگل است. این شهر اسامی مستعار دیگری همچون «سیب بزرگ»، «پایتخت جهان»، «مرکز کیهان» و «شهری که هرگز نمی‌خوابد» دارد. م

کرد تا یک بورسیه‌ی پسادکتری برای مطالعه این موضوع در کپنهاگ دریافت کند.

واتسون بی‌حوصله و ناتوان از درک غرولندهای شیمیدانی که استاد راهنمایش بود، در بهار ۱۹۵۱ برای استراحت از کپنهاگ به ناپل رفت تا در جلسه‌ای درباره‌ی مولکول‌های موجود در سلول‌های زنده شرکت کند. بیشتر سخنرانی‌ها را بدون توجه چندانی از سر گذراند، اما او خود را مجذوب سخنرانی موریس ویلکینز، بیوشیمیدانی از کینگز کالج لندن دید.

ویلکینز در کریستالوگرافی و پراش پرتو ایکس تخصص داشت. به‌عبارت‌دیگر، او هر مایعی را که از مولکول‌ها اشباع شده بود، می‌گرفت، سپس اجازه می‌داد تا خنک شود و پس از آن کریستال‌های تشکیل‌شده را تصفیه می‌کرد. سپس سعی می‌کرد ساختار آن کریستال‌ها را کشف کند. اگر از زوایای مختلف به یک جسم نور بتابانید، می‌توانید با مطالعه‌ی سایه‌هایی که ایجاد می‌کند، ساختار آن را بفهمید. دستگاه کریستالوگرافی پرتوی ایکس کاری مشابه انجام می‌دهد: ابتدا یک پرتوی ایکس را از زوایای مختلف به کریستال می‌تاباند و سایه‌ها و الگوهای پراش را ثبت می‌کند. ویلکینز در پایان سخنرانی خود در ناپل در اسلایدی نشان داد که این تکنیک روی DNA استفاده شده است.

واتسون به یاد می‌آورد «ناگهان علم شیمی مرا به هیجان آورد. من می‌دانستم که ژن‌ها می‌توانند بلور تشکیل دهند. ازاین‌رو، آن‌ها باید ساختار منظمی داشته‌باشند تا بتوانند به روشی ساده حل شوند.» واتسون کل دو روز بعد را برای تعقیب ویلکینز صرف کرد، با این امید که دعوت‌نامه‌ای را برای پیوستن به آزمایشگاه‌اش دریافت کند، اما فایده‌ای نداشت.

فرانسیس کریک

درعوض، واتسون توانست در پاییز ۱۹۵۱ دانشجوی پسادکتری در آزمایشگاه کاوندیش واقع در دانشگاه کمبریج شود که توسط کریستالوگراف پیشتاز، سر لارنس براگ اداره می‌شد، که از سی سال قبل تاکنون به‌عنوان جوان‌ترین برنده‌ی جایزه‌ی نوبل در علم بوده و هست.[1] او و پدرش که به‌طور مشترک

۱. اکنون جوان‌ترین فرد برنده‌ی جایزه‌ی نوبل «ملاله یوسف‌زی» از پاکستان است که جایزه‌ی صلح نوبل را دریافت کرد.

این جایزه را دریافت کردند، قوانین ریاضیات پایه را برای درک نحوه‌ی پراش پرتوهای ایکس توسط بلورها کشف کردند.

در آزمایشگاه کاوندیش، واتسون با فرانسیس کریک ملاقات کرد و یکی از قوی‌ترین روابط تاریخ بین دو دانشمند شکل گرفت. کریک، نظریه‌پرداز بیوشیمی که در جنگ جهانی دوم خدمت کرده و بدون دریافت مدرک دکتری به سن سی و شش سالگی رسیده بود. با این‌وجود، او به اندازه‌ی کافی از هوش و استعداد خود مطمئن، ولی به همان اندازه در مورد آداب مرسوم کمبریج بی‌توجه بود و نمی‌توانست از اصلاح افکار شلخته همکارانش و سپس فریاد کشیدن بر سر آن‌ها خودداری کند. همان‌طور که واتسون در جمله‌ی بسیار به‌یادماندنی آغازین مارپیچ دورشته‌ای بیان کرد «من هرگز فرانسیس کریک را با خلق‌خوی فروتنانه ندیده‌ام.» این عبارتی بود که می‌توانست در مورد واتسون هم نوشته شود و آن‌ها بیشتر از همکاران‌شان بی‌پروایی یکدیگر را تحسین می‌کردند. کریک نیز می‌گفت «غرور جوانی به طور طبیعی، بی‌رحمی و بی‌صبری را همراه با تفکرات شلخته برای هر دوی ما به وجود آورد.»

کریک همچون واتسون اعتقاد داشت که کشف ساختار DNA کلید اسرار وراثت را فراهم می‌کند. چندی بعد، آن‌ها با هم در رستورانی قدیمی به نام ایگل در شپردز پای در نزدیکی آزمایشگاه محل کار خود در حین صرف ناهار صحبت می‌کردند.کریک خنده و صدایی بلند داشت که حواس سر لارنس را پرت می‌کرد. بنابراین به واتسون و کریک یک اتاق آجری رنگ پریده اختصاص دادند.

سیذارتا موخرجی، نویسنده و پزشک، خاطرنشان می‌کند که «آن‌ها رشته‌های مکمل و درهم‌تنیده‌شده‌ای از بی‌نزاکتی، رِندی و غرایزی هیجانی بودند. اعتبار و اقتدار را تحقیر می‌کردند، اما در پی کسبِ آن بودند. موسسات علمی را مضحک و فریبکار می‌پنداشتند، ولی می‌دانستند چگونه خود را به این موسسات قالب کنند. آن‌ها خودشان را بیگانگانی اصیل تصور می‌کردند، با این‌حال به‌راحتی و با بی‌خیالی در هر گوشه‌ای از کالج‌های کمبریج که می‌خواستند، می‌نشستند. آن دو مانند بهلول و ملانصرالدین، موعظه‌گرانی خودخوانده و شوخ‌طبع بودند.»[۱]

۱. موخرجی، «ژن»، ص ۱۴۷.

لینوس پاولینگ، بیوشیمیدانی از کلتک، به‌تازگی دنیای علم را به جنب‌وجوش انداخته بود و با کشف ساختار پروتئین‌ها به‌وسیله‌ی ترکیب کریستالوگرافی پرتوی ایکس و درک خودش از مکانیک کوانتومی پیوندهای شیمیایی و مدل ساختمان جورچینی، راه را برای دریافت اولین جایزه نوبل خود هموار کرده بود. واتسون و کریک در طول ناهار خود در ایگل نقشه کشیدند که چگونه از همین ترفندها برای شکست‌دادن پاولینگ در مسابقه‌ی کشف ساختار DNA استفاده کنند. آن‌ها حتی از فروشگاه ابزار آزمایشگاه کاوندیش، صفحات قلع و سیم‌های مسی را برای نمایش اتم‌ها و سایر اجزای مدل رومیزی تهیه کرده و برش داده بودند و قصد داشتند تا زمانی‌که همه عناصر و پیوندها را شناسایی کردند، ساختار حاصل را مدل‌سازی و سرهم کنند.

▼

یکی از موانع این بود که آن‌ها در قلمرو موریس ویلکینز، بیوشیمیدان کینگز کالج لندن قدم می‌زدند که عکس او از یک بلور DNA با پرتوی ایکس علاقه‌ی واتسون را در ناپل برانگیخته بود. واتسون می‌نویسد «منش جوانمردی فرانسیس به عنوان یک انگلیسی به او اجازه نمی‌داد که به قلمروی موریس وارد شود. در فرانسه، جایی‌که به‌وضوح بازی جوانمردانه معنا نداشت، این مشکلات به‌وجود نمی‌آمد. دولت‌ها نیز اجازه‌ی ایجاد چنین وضعیتی را نمی‌دادند.»

به نظر می‌رسید ویلکینز، به‌نوبه خود، عجله‌ای برای شکست‌دادن پاولینگ ندارد. او در کشمکشی عاطفی و درونی نسبت به یک همکار جدید و باهوش به نام روزالیند فرانکلین، بیوشیمیدان سی و یک ساله انگلیسی، به سر می‌برد. فرانکلین فنون پراش پرتوی ایکس را در حین تحصیل در پاریس آموخته و در سال ۱۹۵۱ برای کار در کینگز کالج لندن به کشورش بازگشته بود. بروز این دل‌مشغولی‌های عاطفی در کتاب واتسون بیش‌ازحد عاشقانه و البته حقیر نمایش‌داده شده است.

فرانکلین زمانی‌که فهمید که هدایت گروه مطالعه‌ی DNA به او سپرده شده است، شیفته‌ی کینگز کالج شد. ویلکینز، که چهار سال از او بزرگتر بود و قبلاً روی DNA مطالعه می‌کرد، این تصور را داشت که فرانکلین به‌عنوان یک همکار جوان به او در پراش پرتوی ایکس کمک می‌کند. اما این وضعیت

منجر به بروز اختلاف میان آن‌ها شد، به‌طوری‌که پس از چند ماه به‌ندرت با یکدیگر صحبت می‌کردند. ساختار جنسیت‌زده کینگز کالج به دورماندن آن‌ها از یکدیگر کمک کرد. دو سالن برای اعضای هیات علمی وجود داشت، یکی برای مردان و دیگری برای زنان که اولی محلی برای ناهارهای شیک و دومی به‌طرز غیرقابل‌تحملی کثیف بود.

فرانکلین دانشمندی بود که بر روی کارش تمرکز داشت و لباس‌های معقول و موقری می‌پوشید. درنتیجه، او با تمایل دانشگاهیان انگلستان به افراد عجیب‌وغریب و نگاه آن‌ها به زنان از دریچه‌ی جنسی، از نوع نگرش‌های آشکار واتسون در توصیف او، کنار نمی‌آمد. واتسون می‌نویسد «اگرچه ظاهری موقر داشت، اما اصلاً جذاب نبود. او حتی اگر علاقه‌ی کمی به تنوع لباس نشان می‌داد، می‌توانست بسیار خیره‌کننده باشد. اما او توجهی به تنوع لباسش نداشت. گویی هیچ رژ لبی هماهنگ با موهای صاف مشکی او وجود نداشت که استفاده کند، درحالی‌که در سی و یک سالگی مانند زنان ادیب قرن هجدهم انگلستان لباس می‌پوشید.»

فرانکلین از اشتراک تصاویر پراش پرتوی ایکس خود با ویلکینز یا هر کس دیگری می‌پرهیزید، اما در نوامبر ۱۹۵۱ یک سخنرانی را برای ارائه‌ی خلاصه‌ای از آخرین یافته‌های خود برنامه‌ریزی کرد. ویلکینز از واتسون دعوت کرد تا با قطار از کمبریج به سمت جنوب بیاید. او به یاد می‌آورد «حدود پانزده نفر مخاطب داشت و بسیار سریع و عصبی صحبت می‌کرد. هیچ اثری از خونگرمی در سخنان او نبود و با بی‌حوصلگی سخن می‌گفت. با این‌حال نمی‌توانستم او را کاملاً بی‌علاقه به بحث بدانم. یک لحظه فکر کردم که اگر عینکش را برمی‌داشت و با موهایش کار بدیعی می‌کرد، چگونه به نظر می‌رسید. اما پس از این فکر، نگرانی اصلی من توصیف او از الگوی پراش پرتوی ایکس بلور DNA بود.»

واتسون صبح روز بعد به کریک اطلاع داد. او یادداشت‌برداری نکرده بود و این کار کریک را آزار می‌داد. بنابراین در مورد بسیاری از نکات کلیدی ابهام داشتند، به‌ویژه محتوای محلولی که فرانکلین نمونه‌های DNA را درون آن بررسی کرده بود. با این‌وجود، کریک شروع به رسم نمودار کرد و نتیجه گرفت که داده‌های فرانکلین ساختاری متشکل از دو، سه یا چهار رشته را نشان می‌دهد

که در یک مارپیچ تاب خورده‌اند. او فکر می‌کرد که با بازی با مدل‌های مختلف، ممکن است به‌زودی پاسخ را پیدا کنند. درعرض یک هفته، آن‌ها به راه حلی دست یافتند، اگرچه مدل به‌دست‌آمده به این منجر می‌شد که برخی از اتم‌های نزدیک به یکدیگر، به هم فشرده شوند: سه رشته در وسط چرخیده و چهار باز آلی از این ستون‌فقرات سه‌رشته‌ای بیرون آمده‌اند.

روزی از ویلکینز و فرانکلین مغرورانه دعوت کردند تا به کمبریج بیایند و نگاهی به طرح آن‌ها بیندازند. آن دو صبح روز بعد رسیدند و با کمی صحبت، کریک شروع به نمایش ساختار مارپیچ سه‌رشته‌ای کرد. فرانکلین بلافاصله متوجه شد که نقص دارد. او درحالی‌که کلماتش را بریده بریده بیان می‌کرد، مثل معلم‌های خشمگین گفت «به دلایل زیر اشتباه می‌کنید.»

فرانکلین اصرار داشت که تصاویر DNA خودش مارپیچ‌بودن مولکول را نشان نمی‌دهد. از این منظر معلوم شد که او اشتباه می‌کرد. اما دو ایراد دیگر او درست بود: ستون‌فقرات چرخان باید در خارج باشد و نه داخل، نیز مدل پیشنهادی حاوی آب کافی نبود. واتسون با حالت خشکی خاطر نشان می‌کند «در این مرحله این واقعیت شرم‌آور آشکار شد که جمع‌بندی من از محتوای آب نمونه‌های DNA مورد بررسی رزی نمی‌تواند درست باشد.» ویلکینز در لحظه‌ای با فرانکلین چشم در چشم شد، به او گفت که اگر فوراً به ایستگاه بروند، می‌توانند با قطار ساعت ۳:۴۰ به لندن برگردند که همین کار را هم کردند.

واتسون و کریک نه‌تنها شرمنده شدند، بلکه در مظان اتهام نیز قرار گرفتند. از سر لارنس خبر رسید که آن‌ها باید کار روی DNA را متوقف کنند. اجزای سازنده‌ی مدل آن‌ها بسته‌بندی و برای ویلکینز و فرانکلین در لندن فرستاده شد.

▼

خبری مبنی بر این‌که لینوس پاولینگ از کلتک برای سخنرانی به انگلستان می‌آید، بر ناراحتی واتسون افزود. زیرا احتمالاً تلاش پاولینگ برای حل ساختار DNA را تسریع می‌کند. خوشبختانه، وزارت امور خارجه‌ی آمریکا به کمک واتسون آمد. اقدامات ضدکمونیستی آمریکا و شک ناشی از گرایش به کمونیسم، پاولینگ را در فرودگاه نیویورک متوقف کرد و پاسپورتش توقیف شد. زیرا او نظرات بسیار صلح‌طلبانه‌ای را منتشر کرده بود که FBI فکر می‌کرد در صورت اجازه‌ی

سفر، ممکن است تهدیدی برای کشور ایجاد کند. بنابراین او هرگز این فرصت را پیدا نکرد تا در مورد کار کریستالوگرافی انجام‌شده در انگلستان صحبت کند. از این‌رو، ایالات متحده در مسابقه‌ی کشف DNA شکست خورد.

واتسون و کریک توانستند از طریق پیتر، پسر پاولینگ، که دانشجوی جوانی در آزمایشگاه آن‌ها در کمبریج بود، برخی از پیشرفت‌های پاولینگ را زیر نظر بگیرند. واتسون او را فردی دوست‌داشتنی و بامزه می‌دید. او به یاد می‌آورد «با پیتر می‌توانستیم در مورد مقایسه‌ی فضایل اخلاقی دختران انگلیسی، اروپایی و کالیفرنیایی گفتگو کنیم.» اما یک روز در دسامبر ۱۹۵۲، پاولینگ جوان وارد آزمایشگاه شد، پاهایش را روی میز گذاشت و خبری را روی میز انداخت که برای واتسون دلهره‌آور بود. او مقاله‌ای را از پدرش در دست داشت که در آن اشاره می‌کرد که ساختاری برای DNA ابداع کرده و در شرف انتشار آن است.

مقاله‌ی لینوس پاولینگ در اوایل فوریه به کمبریج رسید. پیتر ابتدا یک کپی گرفت و به آزمایشگاه رفت تا به واتسون و کریک بگوید که راه حل پدرش شبیه راه حلی است که آن‌ها امتحان کرده بودند: مارپیچ سه زنجیره‌ای با ستون فقراتی در مرکز. واتسون مقاله را از جیب کت پیتر قاپید و شروع به خواندن کرد. او به خاطر می‌آورد «در یک لحظه احساس کردم چیزی درست نیست. با این‌حال، نتوانستم ایراد کار را تشخیص بدهم تا این‌که برای چند دقیقه به تصاویر نگاه کردم.»

واتسون متوجه شد که برخی از اتصالات اتمی در مدل پیشنهادی پاولینگ پایدار نیستند. همان‌طور که او در مورد آن با کریک و دیگران در آزمایشگاه صحبت می‌کرد، آن‌ها نتیجه گرفتند که پاولینگ یک «بلور» بزرگ ساخته است. آن‌ها آن‌قدر هیجان‌زده شدند که همان روز بعد از ظهر زود کار را تعطیل کردند تا به سمت رستوران ایگل بروند. واتسون می‌گوید «در لحظه‌ای که درهای ایگل برای عصر باز شد، ما آنجا بودیم تا به مناسبت شکست پاولینگ بنوشیم. به فرانسیس اجازه دادم تا برای من یک نوشیدنی گرانقیمت‌تر از نوشیدنی همیشگی‌ام بخرد.»

راز حیات

آن‌ها می‌دانستند که دیگر نمی‌توانند وقت را تلف کنند یا به فرامین ویلکینز و فرانکلین احترام بگذارند و از آن‌ها پیروی کنند. بنابراین واتسون یک روز

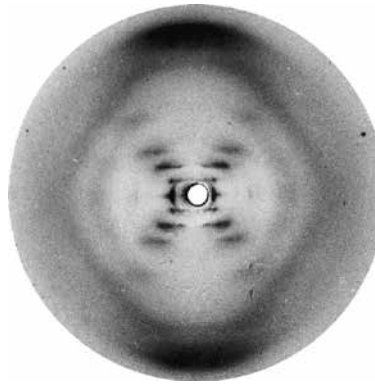
بعدازظهر با قطار به لندن رفت تا آن‌ها را ببیند. او نسخه‌ی اولیه‌ی مقاله پاولینگ را به همراه برد. هنگامی‌که واتسون رسید، ویلکینز خارج از کالج بود. بنابراین بدون دعوت وارد آزمایشگاه فرانکلین شد و او را دید که روی جعبه‌ی نوری خم شده بود تا آخرین تصاویر بسیار واضح‌تر خود را از پراش پرتوی ایکس DNA اندازه‌گیری کند. فرانکلین با عصبانیت نگاهی به او انداخت، اما واتسون شروع به خواندن خلاصه‌ای از مقاله پاولینگ کرد.

در حالی که فرانکلین هنوز مشکوک بود که آیا احتمال دارد DNA یک مارپیچ باشد یا نه، برای چند دقیقه در این مورد بحث کردند. واتسون به یاد می‌آورد «با قطع صحبت‌های او، اظهار کردم که ساده‌ترین شکل برای هر مولکول پلیمری منظم، یک مارپیچ است. رزی که در آن زمان به‌سختی می‌توانست عصبانیت خود را کنترل کند، صدایش را بالا برد و به من گفت که اگر از نِق‌زدن دست بردارم و به شواهد پرتوی ایکس او نگاه کنم، ابلهانه‌بودن اظهارات من آشکار خواهد شد.»

روزالیند فرانکلین

بحث آن‌ها فروکش کرد و واتسون به‌درستی اما گستاخانه اشاره کرد که فرانکلین به‌عنوان پژوهشگری خوب اگر بداند چگونه با نظریه‌پردازان همکاری کند، موفق‌تر خواهد بود. «ناگهان رزی از پشت میز آزمایشگاهی بین‌مان بیرون آمد و به سمت من حرکت کرد. از ترس این‌که مبادا با خشم شدید مرا مورد

حمله قرار دهد، دست‌نوشته‌ی پاولینگ را برداشتم و باعجله عقب رفتم.»



تصویر شماره‌ی ۵۱

درست زمانی‌که درگیری آن‌ها بالا گرفت، ویلکینز سر رسید و پا درمیانی کرد و از واتسون دعوت نمود تا چای بنوشد و آرام شود. به او اطمینان داد که فرانکلین چند عکس از شکل DNA حاوی آب گرفته است که شواهد جدیدی از ساختار آن ارائه می‌کند. او سپس به اتاق مجاور رفت و عکس چاپ‌شده‌ای را بازیابی کرد که به «تصویر شماره‌ی ۵۱» معروف شد. ویلکینز تصویر بسیار واضحی به‌دست آورده بود. او استاد مشاور دانشجوی دکتری بود که برای گرفتن آن عکس با فرانکلین همکاری کرده بود. کار چندان مناسبی نبود که این تصویر را به واتسون نشان دهد. اما واتسون برخی از پارامترهای کلیدی را به خاطر سپرد و به کمبریج رفت تا این پارامترها را با کریک به اشتراک بگذارد. این عکس نشان داد که این استدلال فرانکلین درست بود که رشته‌های ستون‌فقرات این ساختار به‌جای داخل مولکول، در خارج از آن همانند رشته‌های یک پلکان مارپیچی قرار دارند، اما مقاومت او در برابر این احتمال مارپیچ‌بودن DNA اشتباه بود. واتسون بلافاصله مشاهده کرد که «بازتاب صلیبی سیاه‌رنگ که در مرکز تصویر واضح بود، فقط می‌توانست از یک ساختار مارپیچ ایجاد شود.» مطالعه‌ی یادداشت‌های فرانکلین نشان می‌دهد که حتی پس از دیدار با واتسون، هنوز فاصله زیادی تا تشخیص ساختار DNA داشت.

▼