

کد شکن

جنیفر دودنا، ویرایش ژنوم و

آینده نوع بشر

والتر آیزاکسون

ترجمه‌ی رضا محمدحسن

زمنیات ماریار

سرشناسه	: آیزاکسون، والتر Isaacson, Walter
عنوان و نام پدیدآور	: کدشکن / والتر آیزاکسون: ترجمه‌ی رضا محمدحسین.
مشخصات نشر	: تهران: مازیار ، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۵۲۸ ص. مصور
فروست	: قلمرو علم
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۲۴-۶
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
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	: محمدحسین، رضا، ۱۳۶۸- مترجم.
رده‌بندی کنگره	: QH۴۴۰
رده‌بندی دیویی	: ۵۷۶.۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۸۸۰۳۲۷

www.maziarpub.ir
maziarpub@yahoo.com

مآلات مازیار

ثبت علامت تجاری: ۳۵۳۴۴۴

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

کدشکن

جینفر دودنا، ویرایش ژنوم و آینده نوع بشر

والتر آیزاکسون

ترجمه‌ی رضا محمدحسین

ویراستار م. ک

صفحه‌آرایی مروا ک.

چاپ اول ۱۴۰۱

شمارگان ۱۲۰۰

چاپ و صحافی طیف‌نگار

شابک ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۲۴-۶

مواد اولیه این کتاب به صورت آزاد تهیه شده است.

فهرست مطالب

۱۶۹	بخش سوم: ویرایش ژن	۷	مقدمه
۱۷۱	۲۰: ابزاری برای انسان	۷	خط مقدم
۱۷۵	۲۱: مسابقه	۱۵	بخش اول: خاستگاه حیات
۱۷۸	۲۲: فنگ ژانگ	۱۷	۱: هایلو
۱۸۶	۲۳: جورج چرچ	۲۵	۲: ژن
۱۹۳	۲۴: کشمکش ژانگ با کریسپر	۳۰	۳: DNA
۲۰۷	۲۵: دودنا نیز وارد رقابت می شود	۴۴	۴: تحصیلات یک بیوشیمیدان
۲۱۰	۲۶: عکس پایانی	۵۱	۵: ژنوم انسان
۲۱۵	۲۷: آخرین تلاش های دودنا	۵۷	۶: RNA
۲۲۲	۲۸: تشکیل شرکت ها	۶۶	۷: پیچ و تاب ها
۲۳۴	۲۹: دوست من	۷۸	۸: برکلی
۲۴۲	۳۰: قهرمانان کریسپر	۸۵	بخش دوم: کریسپر
۲۵۰	۳۱: ثبت اختراعات	۸۷	۹: تناوب های خوشه ای
۲۶۳	بخش چهارم: کریسپر در عمل	۹۵	۱۰: کافه ی نهضت آزادی بیان
۲۶۵	۳۲: درمان ها	۹۸	۱۱: دست به کار شدن
۲۷۳	۳۳: هک زیستی	۱۰۶	۱۲: ماست بندها
۲۷۹	۳۴: دارپا و پادکریسپر	۱۱۳	۱۳: جنن تک
۲۸۵	بخش پنجم: دانشمند مردمی	۱۲۰	۱۴: آزمایشگاه
۲۸۷	۳۵: قوانین جاده	۱۳۰	۱۵: کاریبو
۳۰۵	۳۶: دودنا دست به کار می شود	۱۳۶	۱۶: امانوئل شارپنتیه
۳۱۹	بخش ششم: نوزادان کریسپر	۱۴۷	۱۷: کریسپر-Cas9
۳۲۱	۳۷: هو جینکویی	۱۵۵	۱۸: علم، ۲۰۱۲
۳۳۹	۳۸: اجلاس هنگ کنگ	۱۶۰	۱۹: رویارویی برای ارائه مقاله

- ۳۹: پذیرش ۳۵۱
- بخش هفتم: سوالات 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 ۴۹۸
- هاربر
- 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 سوپرستار شناخته شده بود، به تازگی 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 فرستو بروند. 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 پدر و مادرش خوشحال نبود، اما آن‌ها او را متقاعد کردند که به خانه بازگردد. هنگامی که 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»^۱

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، سیم‌لرها را بالا آورده و به سوی خط مقدم نبرد با کرونا بشتابند. روز بعد، جمعه ۱۳ مارس ۲۰۲۰ — 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 مهارت‌شدنی رانک (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 معمولاً با دانشمندان انجام می‌دهند. باید دست به کار 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 — دقیقاً همان چیزی است که ما انسان‌ها در دوره‌ی همه‌گیری‌های پی‌درپی به آن نیاز داریم که گویی هزاران 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 پس‌ادکتر 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»، ایمیل (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 مسیر 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 طعنان 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 بپیوند. هر کدام از این افراد باید به فردی که وظایف یکسانی داشت، ملحق می‌شد. بنابراین، می‌توانست سازوکار «بهبود توان رزم» 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. هیچ‌کسی 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