

مواظب زیست‌رخنه‌گرها باشیم

محمد کرام‌الدینی



کلیدواژه‌ها: زیست‌رخنه‌گر، ویرایش ژنوم، کریسپر.

دانشمندان هنوز مطمئن نیستند که کاربرد این نوع ویرایش ژنوم در انسان بی‌خطر و مؤثر باشد. تاکنون حذف یا تغییر رزمهای بخش‌های خاص ژنوم‌ها به روش‌ها و ابزارهای مختلفی انجام می‌گرفت؛ اما اخیراً یکی از این ابزارها که «کریسپر^۲ کاس^۹» (CRISPR-Cas) نام دارد، توانسته است پژوهشگران را سریع‌تر، ارزان‌تر، دقیق‌تر و کارآمدتر به سرمنزل مقصود برساند. به‌همین علت این مولکول کوتاه، هیجان بسیاری در جوامع علمی ایجاد کرده است. «کریسپر کاس^۹» از یکی از دستگاه‌های ویرایش طبیعی موجود در ژنوم باکتری‌ها گرفته شده است. باکتری‌ها تکه‌هایی از DNA ویروسی را می‌گیرند و از آن‌ها توالی‌هایی به‌نام «کریسپر» می‌سازند. توالی‌های «کریسپر» باکتری‌ها را توانا می‌کنند که توالی DNA ویروس‌های مهاجم را در حافظه داشته باشند. اگر این ویروس‌ها دوباره حمله کنند، باکتری‌ها با استفاده از این کریسپر‌ها، DNAهای ویروسی را هدف قرار می‌دهند و از کار می‌اندازند. از ویژگی‌های مهم «کریسپر کاس^۹» این است که در آزمایشگاه نیز مانند درون سلول باکتری کار می‌کند.

از سوی دیگر، امروزه ویرایش ژنوم بیشتر روی سلول‌های بدنی صورت می‌گیرد. این تغییرات تنها بر

زیست‌شناسان به‌تازگی پا به مرحله جدیدی از پیشرفت گذاشته‌اند؛ پیشرفتی سرشار از بیم و امید. اگرچه آنان مدت‌هاست موفق به کشف و تغییر ژنوم جانداران شده‌اند، اما به‌تازگی با به‌کار گرفتن فناوری‌های نوین ویرایش ژنوم و با پدید آمدن فناوری ویرایش ژنوم بحث‌های بسیاری در مجامع علمی-اجتماعی به راه انداخته‌اند. چندی است فناوری‌های ویرایش ژنوم، دست پژوهشگران را برای تغییر DNA آدمی نیز باز کرده است. قبلاً درباره تأثیر فناوری ویرایش ژن‌ها بر گونه‌های زنده مطالبی در این نشریه خوانده‌اید^۱ و به علاوه، می‌دانید که تاکنون از فنون ویرایش ژنوم برای پیش‌گیری و درمان برخی بیماری‌های انسانی استفاده شده است. در این زمینه، پژوهش‌هایی در مورد بیماری‌های مختلفی از جمله اختلالات تک‌ژنی، هموفیلی، فیبروز کیستی و کم‌خونی سلول داسی شکل انجام شده و نیز برای درمان و جلوگیری از بیماری‌های پیچیده‌ای مانند سرطان، بیماری‌های قلبی، بیماری‌های روانی و ویروس کاستی ایمنی انسانی (HIV) از این فنون استفاده شده است. در حال حاضر، بیشتر تحقیقاتی که در زمینه ویرایش ژنوم انجام می‌شود، برای درک علل و عوامل برخی بیماری‌ها و با استفاده از سلول‌ها و مدل‌های جانوری انجام می‌شود. در همین حال،

بافت‌های خاصی از بدن تأثیر می‌گذارد و به نسل بعدی منتقل نمی‌شوند؛ اما اگر این ویرایش روی ژن‌های سلول‌های تخمک یا اسپرم صورت گیرد، تغییرات ممکن است به نسل‌های بعد منتقل شوند. نگرانی‌های اخلاقی از این است که افرادی از فناوری «کریسپر کاس ۹» برای ویرایش و تغییر ژنوم سلول‌های جنسی یا جنین‌های انسانی استفاده کنند. اکنون پرسش عمومی این است که آیا استفاده از این فناوری برای افزایش و تقویت صفات انسانی طبیعی (مانند قد یا هوش) مجاز است؟ براساس نگرانی‌هایی که در این مورد وجود دارد، هم‌اکنون ویرایش ژنوم سلول‌های جنسی و جنین در بسیاری از کشورها غیرقانونی است.

حمله زیست‌رخنه‌گرها به کدهای ژنوم انسان

مهم‌تر از همه آنچه گفتیم، ورود زیست‌رخنه‌گرها (زیست‌هکرها) به صحنه است. چندی است که زیست‌رخنه‌گرها در خارج از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، با کمک این فناوری ارزان و آسان، بخش‌هایی از ژنوم خود را دستکاری و ویرایش می‌کنند. مثلاً، حدود یک سال پیش، شخصی به نام «جوسیا زاینر» که بیوشیمی‌دان است و روزگاری یکی از کارکنان ناسا بوده است، در خارج از آزمایشگاه، به‌عنوان نخستین انسان برای ویرایش برخی از ژن‌های خود با «کریسپر» اقدام کرد. «زاینر» پس یک سخنرانی در مورد مهندسی ژنتیک انسانی که در یکی از شبکه‌های اجتماعی پخش می‌شد، در برابر چشم بینندگان یک آمپول و یک سرنگ برداشت و ماده‌ای به خود تزریق کرد. او قصد داشت با حذف ژن «میوستاتین» که رشد ماهیچه‌ها را محدود می‌کند، قدرت ماهیچه‌های خود را افزایش دهد. البته، ویرایش مشابهی در سال ۲۰۱۵ روی جنین سگ بیگل انجام شده بود؛ اما اکنون «زاینر» با تزریق «کریسپر» به خود تلاش کرد

تا این ژن را خاموش کند.

البته، برخی معتقدند که این عملکرد «زاینر» احمقانه و کوتاه‌بینانه بوده است، چون ممکن است این کار عواقب ناخواسته‌ای، مانند آسیب به بافت‌ها، مرگ سلول‌ها یا تحریک دستگاه ایمنی و در نهایت پاسخ ایمنی حمله به ماهیچه‌ها را در پی داشته باشد. آنان هم‌چنین می‌گویند جای

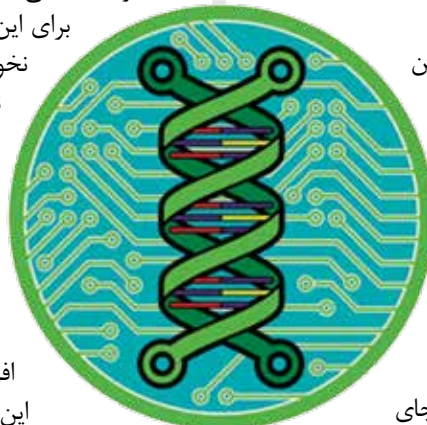
نگرانی نیست؛ چون بعید به نظر می‌رسد که فقط یک تزریق باعث تغییری پایدار شود؛ اما آنچه جای نگرانی دارد، آن است که این عمل «زاینر» نشان می‌دهد که امکان استفاده از فناوری ویرایش ژن برای افراد عادی در خارج از آزمایشگاه به‌صورتی که به «خودت انجام بده»^۱ معروف است، وجود دارد. اجماع عمومی بر این است که یک دوره دو یا سه تزریق در هفته به‌مدت چند ماه برای مشاهده تغییر دائمی کافی است. ناگفته نماند که «زاینر» در اوکلند کالیفرنیا شرکتی به نام «اودین» دارد. او در این شرکت یک کیت برای فروش ارائه می‌کند و بدین طریق به دیگران اجازه می‌دهد تا راه او را ادامه دهند.

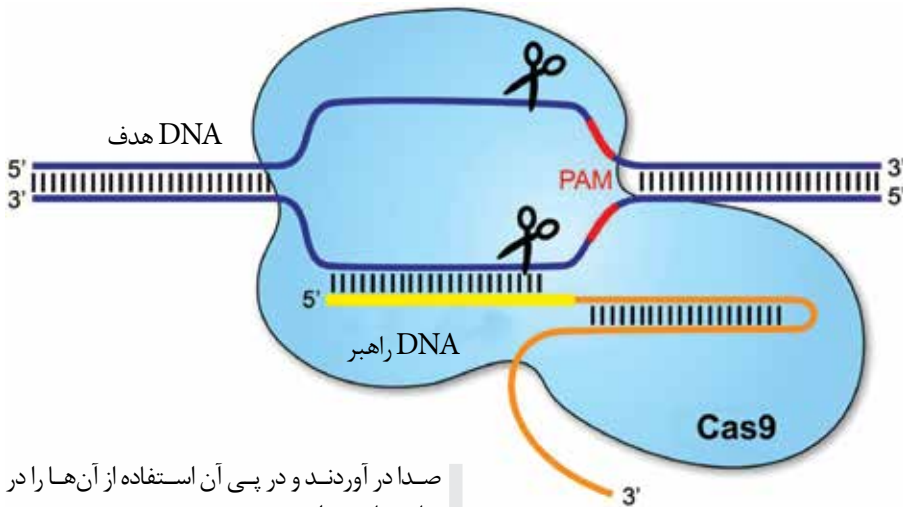
زیست‌شناسان معتقدند که این نوع عملکرد «خودت انجام بده»، ممکن است دور از کنترل علم رسمی خطرناک به نظر برسد؛ اما زیست‌رخنه‌گرها نظر دیگری دارند و می‌گویند که تغییر ژنوم هر فرد در اختیار خود اوست. آنان می‌پرسند چرا به آسانی به افراد اجازه می‌دهیم که بدن خود را از طریق جراحی‌های زیبایی، خالکوبی و دیگر تغییرات افزونگی اصلاح کنند؛ اما کسی نباید ژنوم خود را تغییر دهد و اصلاح کند؟

حالا، به دنبال «زاینر»، افراد دیگری هم آماده می‌شوند تا با ژن‌های خود بازی کنند. زیست‌رخنه‌گر دیگری که ریچ لی نام دارد، کوررنگ است. او می‌گوید که می‌خواهد از کیت «زاینر» استفاده کند تا با کمک آن نه تنها کوررنگی خود را درمان کند، بلکه قوه بینایی خود را نیز ارتقا دهد. او می‌خواهد با یک جهش ژنتیکی نادر به نام «تتراکروماسی» طیف فرابنفش را نیز مشاهده کند. «دیویدایشی» یکی دیگر از زیست‌رخنه‌گراهاست که تلاش‌های قبلی او برای استفاده از «کریسپر» در سگ توسط اداره غذا و داروی آمریکا (FDA) متوقف شد و بی‌ثمر ماند. او حالا قصد دارد تا توده عضلانی خود را افزایش دهد. البته او برای این کار از «کریسپر» استفاده

نخواهد کرد، بلکه می‌خواهد نسخه‌ای اضافی از ژنی را به سلول‌های خود تزریق کند. می‌دانیم در حالی که «میوستاتین» رشد ماهیچه‌ها را مهار می‌کند، «فولستاتین»^۲ هم‌چنین ماهیچه‌ها و متابولیسم را افزایش می‌دهد.

این زیست‌رخنه‌گرها اعتقاد





صدا در آوردند و در پی آن استفاده از آن‌ها را در خانه‌ها و مدارس ممنوع شد.

باید توجه داشت که اغلب زیست‌رخنه‌گرها قصد رخنه‌(هک) کردن ژنوم افراد دیگر را ندارند؛ بلکه مشتاق‌اند که به این طریق به دیگران کمک کنند و اطلاعات را به صورت شفاف به اشتراک بگذارند.

زیست‌رخنه‌گرها فکر می‌کنند که این کار ارزش ریسک کردن را دارد و هیچ دلیل اخلاقی وجود ندارد که از کار آن‌ها جلوگیری کند. آنان می‌گویند که درست نیست که ژنتیک انسان‌ها فقط حاصل شانس و اقبال باشد. این فناوری به انسان‌ها کمک می‌کند تا به ما حق انتخاب بدهد.

اکنون سؤال این است که چگونه باید اطمینان حاصل کنیم که ویرایش ژنوم ایمن و در دسترس مردمی است که ممکن است به طور کامل از خطرات «خودآزمونی» آگاه نباشند.

پی‌نوشت‌ها

۱. روزبه، مهرگان؛ هشدار! شاید ویرایش ژن گونه‌ها را برای همیشه تغییر دهد؛ رشد آموزش زیست‌شناسی؛ شماره ۱۰۲؛ بهار ۱۳۹۵.
۲. کریسپر (CRISPR) مخفف عبارت «Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats»، به معنی «تناوب‌های کوتاه پالیندروم فاصله‌دار منظم خوشه‌ای» است.
3. Josiah Zayner
۴. خودت انجام بده (DIY یا Do it yourself) اصطلاحی است به معنی تعمیر، اصلاح، ساختن یا انجام برخی کارهای فنی در خانه یا بیرون از خانه بدون کمک خواستن از متخصصان و استادکاران آن رشته.
5. The Odin
6. Biohacker
7. Rich Lee
8. Tetrachromacy
9. David Ishee
10. Myostatin
11. Follistatin

دارند که حق دسترسی و ویرایش ژن‌ها از حقوق اساسی هر انسان است. مثلاً، «ایشی» می‌گوید: «من معتقدم ژنوم هر فرد متعلق به خود اوست و فکر می‌کنم که افراد باید توانایی انتخاب نوع ژن‌هایی را که می‌خواهند، داشته باشند».

آیا باید شعار «بدن من، مال من» به حق ویرایش ژن‌ها نیز گسترش یابد؟ آیا تضمینی هست که اجازه دسترسی به ژنوم و ویرایش آن و گسترش کاربرد «کریسپر» باعث پیدایش گروهی از «آترانسان‌ها» نخواهد شد که احساسات و توانایی‌هایی غیرعادی داشته باشند؟ آیا تفاوتی اخلاقی بین ویرایش ژن برای درمان بیماری‌ها و ویرایش ژن برای افزایش توانایی‌های انسان وجود ندارد؟ این پرسش‌ها چندی است که ذهن پژوهشگران، دانشمندان و اخلاق‌گرایان را به خود مشغول کرده‌اند.

پرسشی دشوار

عجیب است، چون کیت‌های «اودین» به لحاظ فنی دارو محسوب نمی‌شوند و ظاهراً «زاینتر» نیز قصد ندارد روی کسی آزمایش‌های پزشکی انجام دهد، یا نمی‌خواهد دستگاه‌های پزشکی بفروشد و به‌علاوه، چون کار او هنوز در حد ویرایش خانگی ژنوم است، منع قانونی برای آن موجود نیست. در حال حاضر، در ایالات متحده و انگلستان آزمایش روی خود و کاربرد «کریسپر» نیز غیرقانونی نیست.

البته، این بی‌قانونی در همه‌جا صادق نیست. در آلمان، هر چیز که حتی کوچک‌ترین بویی از یوژنی بدهد، غیرقانونی است. کیت‌های مذکور در اوایل سال جاری زنگ‌های خطر را در باواریا به