

## فصل نهم

### دستاوردهای کلون سازی



در باب علوم تجربی قاعده‌ای وجود دارد که هرگز نقض نمی‌شود: « اگر شما حتی بدون توجه به کاربردهای دانش، فقط برای یافتن پاسخ چراهای خود، تحقیقات را آغاز کنید، دیر یا زود پاسخ‌های خویش را در عرصه کاربرد به کار خواهید گرفت». کلون سازی نیز از این قاعده مستثنی نیست. همان طور که در فصل چهارم گفته شد، دانشمندان در پی شناخت و درک اساس تمایز سلولی بودند که به عرصه کلون سازی پا گذاشتند. این فن برعکس آنچه که اغلب افراد تصور می‌کنند، قابلیت‌های مثبت زیادی دارد و هرچند هنوز مراحل نخستین رشد و نمو خود را می‌گذارند، دستاوردهای مهمی به همراه داشته است.

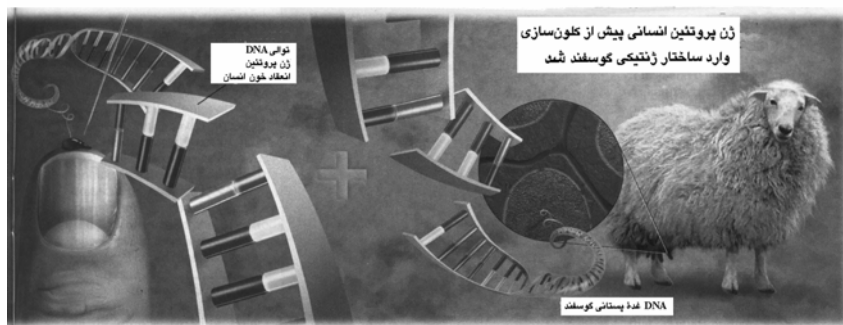
## کلون‌سازی جانوران

کلون‌سازی جانوران کاربردهای زیادی در دامپروری و پزشکی دارد.

- با کلون‌سازی یک گاو شیرده می‌توان گله‌ای گاو شیرده تولید کرد یا از یک گوسفند پرپشم، گله‌ای گوسفند پرپشم پدید آورد. به تازگی محققان توانسته‌اند با استفاده از سلول‌های کلیهٔ گاو کشتار شده‌ای، کلون آن را به وجود آورند. به این ترتیب، دامپروران می‌توانند پس از بررسی کیفیت گوشت یک گاو نسبت به کلون‌سازی آن اقدام کنند. البته، این کلون‌های با ارزش نباید بلافاصله مصرف شوند، بلکه باید از آن‌ها در روند دورگه‌گیری استفاده شود.

- از کلون‌سازی جانوران می‌توان برای تولید فرآورده‌های دارویی بهره‌گرفت. ژن پروتئین انسانی در یکی از مراحل کلون‌سازی وارد ساختار ژنتیکی جاندار می‌شود. فرآورده آن ژن را می‌توان از شیر جاندار استخراج کرد. در سال ۱۹۹۷ میلادی، یان ویلموت توانست به

مراحل تهیهٔ پنبه، گوسفندی که در شیر خود پروتئین انسانی تولید می‌کند



همین شیوه «پلی» را به جامعه بشری هدیه دهد. این گوسفند پروتئینی به نام عامل IX (یکی از پروتئین‌های انسانی که در انعقاد خون نقش دارد و بیماران مبتلا به هموفیلی به آن نیاز دارند) تولید می‌کند. این پروتئین با ارزش را از شیر جانور استخراج می‌کنند و در اختیار بیماران قرار می‌دهند.

به تازگی محققان گاوهایی را به همین شیوه تولید کرده‌اند که در شیر خود آنتی‌بادی انسانی تولید می‌کنند. آنتی‌بادی‌ها، پروتئین‌هایی هستند که بدن ما برای مقابله با میکروب‌ها تولید می‌کند. تولید انبوه این مولکول‌ها به درمان عفونت‌هایی مانند سیاه‌زخم، آبله مرغان و دیگر بیماری‌هایی کمک خواهد کرد که شیوع فراگیر آن‌ها از طریق فعالیت‌های تروریستی مطرح می‌شود.

• از قابلیت‌های دیگر کلون‌سازی جانوران، تسهیل روند تولید اندام برای پیوند است. می‌توان با دستکاری ژنتیک، جانوری تولید کرد که اندام‌هایش برای پیوند به انسان مناسب باشد و دستگاه ایمنی بدن آن را رد نکند.



به تازگی محققان خوک‌هایی را تولید کرده اند که احتمال ردّ اندام‌های آن‌ها در بدن انسان بسیار پایین است. سلول‌های این خوک‌ها فاقد ژنی هستند که آنزیمی با نام گالاکتوزیل ترانسفراز با کمک اطلاعات نهفته در آن ساخته می‌شود. این آنزیم مولکول‌های قندی را به سطح سلول‌های خوک متصل می‌کند. سلول‌های دستگاه ایمنی بدن ما، این قندها را به عنوان نشان بافت بیگانه شناسایی می‌کنند و در نتیجه به بافت پیوندی حمله می‌کنند. اما سلول‌های این خوک‌ها که نتیجه بهره‌گیری از فن کلون‌سازی و مهندسی ژنتیک هستند، بر سطح سلول‌های خود مولکول‌های قندی را ندارند. در نتیجه، احتمال رد آن‌ها بسیار پایین است.

• از دیگر قابلیت‌های کلون‌سازی جانوران، تولید جانوران آزمایشگاهی ویژه است. در حال حاضر، بیماری‌های زیادی وجود دارند که اطلاعات کمی در مورد آن‌ها در دسترس است.

می‌دانیم که شناخت بیماری گام نخست در درمان آن است. اگر بشر بتواند با مهندسی ژنتیک جانورانی تولید کند که بیماری‌های انسانی را داشته باشند و با کلون‌سازی آن‌ها امکان مطالعه بیماری و تأثیر داروهای جدید بر آن‌ها را به مقیاس انبوه فراهم سازد، تحول عظیمی در درمان بیماری‌ها به وجود خواهد آمد. البته خلق چنین جانورانی با مخالفت‌های شدید گروه‌های حامی حیوانات روبه‌رو شده است. اما به نظر می‌رسد، وقتی پای بیماری‌هایی در میان باشد

که مطالعه و درمانشان مشکل است، افکار عمومی از ادامهٔ این گونه تحقیقات حمایت خواهند کرد.

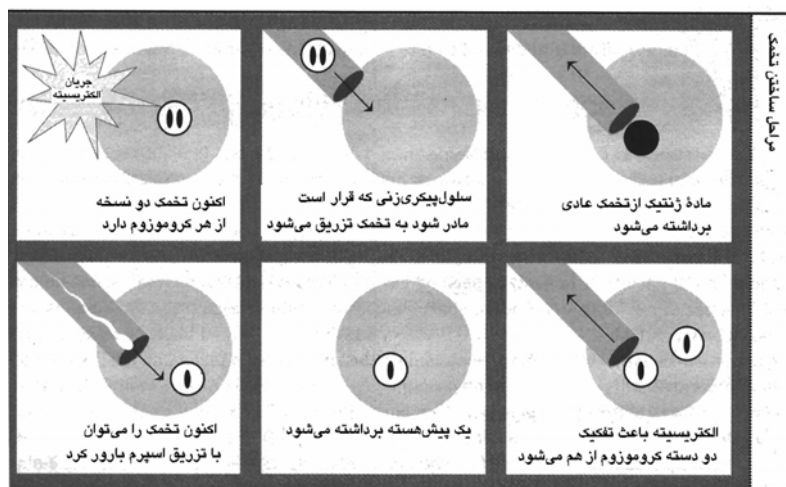
• با کلون‌سازی جانوران می‌توان از انقراض گونه‌های کمیاب جلوگیری کرد. در سال ۲۰۰۰ میلادی نوعی گاومیش در حال انقراض با موفقیت کلون‌سازی شد. در حال حاضر، دانشمندان برای کلون‌سازی خرس پاندا تلاش می‌کنند. برخی احتمال کلون‌سازی جانوران منقرض شده از جمله دایناسورها و ماموت‌ها (فیل‌های عظیم‌الجثه) را مطرح کرده‌اند. اما این رؤیاها تا واقعیت فاصله زیادی دارند. مشکل اصلی که در این راه وجود دارد، نبود بافت حفظ شده مناسب و بنابراین نبود DNA سالم است.



## کلون‌سازی انسان

برخلاف جار و جنجال‌های دور از واقعیتی که مطبوعات و رسانه‌های خبری به راه انداخته‌اند، کلون‌سازی انسان قابلیت‌های مثبت زیادی دارد:

- افرادی که با روش‌های معمول نمی‌توانند صاحب فرزند شوند، می‌توانند از کلون‌سازی کمک بگیرند. هر چند چنین عملی با مخالفت‌های شدیدی رو به رو شده است، اما محققان با الگوبرداری از آن، شیوه‌های جدیدی را برای حل مشکل ناباروری ابداع کرده‌اند. برای مثال، محققان توانسته‌اند از سلول‌های پیکری زنی که قادر به تولید تخمک نیست، تخمک بسازند. این تخمک را می‌توان با اسپرم شوهر چنین زانی بارور ساخت و لذت بچه‌دار شدن را برای آنان به ارمغان آورد.



یک سلول تخمک بالغ، همانند سایر سلول‌های معمولی بدن، دو دسته کروموزوم دارد که یکی را از پدر و دیگری را از مادر به ارث می‌برد. وقتی تخمک بارور می‌شود، یک دسته از این کروموزوم‌ها درون «پیش هسته» باقی می‌ماند و دسته دیگر به صورت کیسه‌ای به نام «جسم قطبی» از تخمک جدا می‌شود. پس از لقاح، اسپرم که تنها یک دسته کروموزوم دارد، مجموعه کروموزوم‌های سلول تخم را کامل می‌کند.

محققان از این فرآیند تقلید کردند. آنان هسته یک سلول پیکری زنی را که قادر به تولید تخمک نبود، به تخمک بالغی منتقل کردند که از زن سالمی تهیه و کل ماده ژنتیک آن خارج شده بود. هسته تخمک با تحریک الکتریکی تقسیم می‌شود و دو پیش هسته تشکیل می‌گردد. محققان یکی از پیش هسته‌ها را خارج کردند و به این ترتیب تخمک کاملی با یک دست کروموزوم به وجود آمد.

با این که رشد جنین‌های حاصل از این روش، پس از یک یا دو دور تقسیم سلولی متوقف شد، محققان اظهار امیدواری کردند که با ادامه کار در این زمینه موفقیت‌های چشمگیری حاصل خواهد شد. آنان امیدوارند با این شیوه بتوان از سلول‌های پیکری مردانی که قادر به تولید اسپرم نیستند، اسپرم بارور کننده تولید کرد.

• اگر هم پدر و هم مادر دارای یک ژن نهفته معیوب باشند، احتمال داشتن نوزاد بیمار در آنان بسیار بالاست. اما کلون‌سازی از یکی از والدین، تولد نوزاد سالمی را به همراه خواهد داشت. با وجود محدودیت‌هایی که برای کلون‌سازی قائل شده‌اند، این سناریو هنوز قابل انجام نیست. با وجود این، محققان با الگوبرداری از کلون‌سازی، شیوه جدیدی را برای جلوگیری از تولد نوزادان بیمار ابداع کرده‌اند.

با وجودی که بیشتر ژن‌های انسان در هسته قرار دارند، اما سیتوپلاسم سلول دارای اندامک‌های کوچکی به نام میتوکندری است که DNA حلقوی کوچکی دارد. این DNA حاوی ۱۳ ژن است. زنانی که DNA میتوکندری تخمک آنان دچار جهش (نقص ژنتیکی) است، بچه‌هایی با نقص‌های مادرزادی به وجود می‌آورند که برخی از آنان حتی می‌میرند. محققان تلاش می‌کنند با جابه‌جایی هسته، آنان را صاحب فرزندان سالم کنند. در این حالت، هسته تخمک زنی را که DNA میتوکندری آن جهش دارد، به تخمک دیگری منتقل می‌کنند که چنین نقصی را ندارد و هسته آن برداشته شده است. تخمک تلفیقی جدید، آماده بارور شدن با اسپرم است.

### سلول‌های بنیادی

در فصل چهارم گفتیم که زیست‌شناسان در پی یافتن پاسخی برای این پرسش بودند که در جریان تکوین جانداران پرسلولی،



چگونه از سلول‌های تمایز نیافته، سلول‌های تمایز یافته‌ای مانند سلول‌های کبدی، بینایی و سلول‌های عصبی به وجود می‌آید. گروهی معتقد بودند تمایز سلولی با محدود شدن قدرت ژنتیکی تام سلول‌ها همراه است. به عبارت دیگر، در جریان تقسیم سلول‌ها، مقداری از ژن‌های آن‌ها به صورت گزینش و به طور متوالی از دست می‌رود. اما گروه دیگر معتقد بودند که قدرت ژنتیکی تام همه سلول‌ها با هم برابر است و تفاوت سلول‌های تمایز یافته با سلول‌های تمایز نیافته در نحوه فعالیت ژن‌هاست. آزمایش‌های کلون‌سازی، دیدگاه گروه دوم را تأیید کردند.

این واقعیت که همه سلول‌های بدن‌ها، قدرت ژنتیکی یکسانی دارند، امکان استفاده از سلول‌های کمتر تمایز یافته برای ترمیم بافت‌ها و تولید اندام را مطرح کرد. این نوع سلول‌ها که به سلول‌های بنیادی مشهور شده‌اند، می‌توانند به سلول‌های مختلفی تمایز پیدا کنند. حال آن‌که از سلول‌های تمایز یافته‌ای مانند سلول‌های کبدی، فقط سلول‌های کبدی به وجود می‌آید.

سلول‌های بنیادی در بخش‌هایی از پیکر انسان بالغ از جمله مغز استخوان به طور محدود یافت می‌شوند. در مغز استخوان، از این سلول‌ها انواع گلبول‌های سفید و گلبول‌های قرمز پدید می‌آید. دانشمندان تلاش می‌کنند این سلول‌ها را در بخش‌های مختلف بدن ما

شناسایی و در محیط کشت تکثیر کنند تا از آن‌ها در امور درمانی بهره گیرند.

یکی از قابلیت‌های مثبت کلون‌سازی انسان، امکان تهیه سلول‌های بنیادی است. محققان آمریکایی در تازه‌ترین تلاش خود، نخستین کلون‌سازی انسان را در سال ۲۰۰۲ تجربه کردند. از هشت تخمکی که آن‌ها برای کلون‌سازی استفاده کردند، دو عدد تقسیم شدند و از آن‌ها جنین ۴ سلولی شکل گرفت و یکی از آن‌ها تا مرحله ۶ سلولی پیش رفت و پس از آن رشد جنین متوقف شد. محققان می‌گویند اگر از این گونه تلاش‌ها حمایت شود، می‌توان جنین‌ها را تا مرحله ۱۰۰ سلولی در آزمایشگاه پرورش داد و از آن‌ها سلول‌های بنیادی تهیه کرد. آنان معتقدند چون در این شیوه، جنین به درون رحم منتقل نمی‌شود تا انسان کاملی شکل گیرد، مشکلات اخلاقی وجود ندارد. در پایان این گفتار به شماری از دستاوردهای استفاده از سلول‌های بنیادی اشاره می‌شود.

- دانشمندان آمریکایی با استفاده از سلول‌های بنیادی برگرفته از جنین‌های کلون شده گاو، کلیه‌های کارآمدی پرورش داده‌اند. آنان با فراهم کردن محیط مناسب، این سلول‌ها را وادار کردند به سلول‌های کلیه تمایز پیدا کنند و سپس آن‌ها را روی دARBستی که به شکل کلیه بود، پرورش دادند. این کلیه‌ها به گاوهایی پیوند زده شدند که از

لحاظ ژنتیکی یکسان بودند. به زودی کلیه‌ها تولید ادرار را آغاز کردند.

• محققان استرالیایی سلول‌های بنیادی به دست آمده از مغز استخوان را به مغز موش‌هایی تزریق کردند که به عنوان مدل بیماری MS طراحی شده بودند. سلول‌های بنیادی در محل‌های آسیب دیده مغز جای گرفتند و به سلول‌هایی به نام الیگودندروسیت تبدیل شدند. این سلول‌ها میلین پوشاننده اعصاب را می‌سازند. در بیماران مبتلا به MS دستگاه ایمنی بدن به میلین حمله می‌کند و چون میلین برای پیام‌رسانی عصبی ضروری است، این افراد به ضعف و ناتوانی پیشرونده، و مشکلاتی در بینایی و حافظه دچار می‌شوند. داروهایی که در حال حاضر برای درمان MS استفاده می‌شوند، تنها عوارض بیماری را اندکی تخفیف می‌دهند. امید می‌رود، استفاده از سلول‌های بنیادی این بیماری را به طور کامل درمان کند.

• گروهی از محققان، سلول‌های بنیادی را به سلول‌های خونی تبدیل کرده‌اند. این سدشکنی علمی، امید حل مشکل انتقال خون را تقویت کرده است. آنان سلول‌های بنیادی را روی لایه‌ای از سلول‌های مغز استخوان موش قرار دادند. این سلول‌های موش، عوامل رشدی آزاد کردند که سلول‌های انسانی را وادار کردند به صورت «سلول‌های پیش‌ساز سلول‌های خونی» نمو پیدا کنند. سپس این سلول‌ها با کمک عوامل رشد دیگری به گلبول‌های قرمز،

گلبول‌های سفید و پلاکت تبدیل شدند.

• گروهی از محققان چینی با کمک سلول‌های بنیادی، دستگاه ایمنی موش‌ها را ترمیم کرده‌اند. آنان با استفاده از سلول‌های پوست موش‌هایی که در ژن Rag2 نقص داشتند، موش‌های کلون شده‌ای تولید و از آن‌ها سلول‌های بنیادی را استخراج کردند. سپس نسخه‌ی سالمی از ژن Rag2 را که برای تشکیل بسیاری از سلول‌های دستگاه ایمنی ضروری است، وارد سلول‌های بنیادی کردند. سلول‌های بنیادیِ نوترکیب، به موش‌های بیمار تزریق شدند و دستگاه ایمنی ناقص آن‌ها را تا حدودی بهبود بخشیدند.

• گروهی از محققان آمریکایی، سلول‌های بنیادی را به ماهیچه‌ی قلب موش‌های بیمار تزریق کردند. این سلول‌ها باعث بهبود عملکرد ماهیچه‌ی آسیب دیده شدند.