

## شبیه‌سازی انسان و موازین اخلاقی آزمودنی‌های انسانی

علی محمدی<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: 97/10/4

تاریخ پذیرش: 98/5/7

تاریخ انتشار: 98/8/21

### مقاله‌ی دیدگاه

#### چکیده

پژوهش‌های علمی همچنان که ثمره‌های اجتماعی و فردی بسیاری برای آدمی به ارمغان آورده، موجد مسائل و مشکلات اخلاقی فراوانی نیز بوده است. چشم‌انداز ایجاد کودکان از طریق انتقال هسته‌ی سلول سوماتیک (SCNT) یا شبیه‌سازی انسان، موجب نگرانی‌های اخلاقی گسترده‌ای در سراسر دنیا شده است. بر این اساس، گزارش‌ها و آیین‌نامه‌هایی مختلف، در سطوح ملی و بین‌المللی، منتشر شده که به موازین اخلاقی آزمودنی‌های انسانی پرداخته‌اند. در این میان، گزارش بلمونت اهمیت‌ی خاص دارد. در این گزارش، سه اصل بنیادی «احترام به افراد»، «احسان یا خیررسانی» و «عدالت» در زمینه‌ی تحقیقات انسانی، در کانون توجه قرار گرفته است. در زمینه‌ی این فناوری نوین زیستی، یعنی شبیه‌سازی انسان، با توجه به بهره‌گیری از آزمودنی‌های انسانی در آن و با توجه به اصول و موازین اخلاق پژوهش آزمودنی‌های انسانی، مباحث ایمنی و سلامت، مسأله‌ی رضایت و همچنین، استثمار و سوء استفاده از زنان، مطرح می‌شود. با توجه به اینکه حدود نود درصد از تلاش‌های شبیه‌سازی در حیوانات، با مشکلاتی عدیده مانند سقط جنین، مرگ زودهنگام، ایجاد بیماری‌ها و نواقص فیزیکی خاص و... مواجه شده است، به‌کارگیری آن در انسان‌ها عاقلانه نیست و موجب بروز مشکلاتی خاص و پیش‌بینی‌ناپذیر در افراد شبیه‌سازی شده می‌شود.

**واژگان کلیدی:** اخلاق زیستی، شبیه‌سازی انسان، کلونینگ

۱. استادیار میکروبیولوژی، دانشکده‌ی علوم زیستی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.

\* نویسنده‌ی طرف مکاتبه: تهران، خیابان ده ونک، دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده علوم زیستی، تلفن: ۸۸۰۵۸۹۱۲،

Email: [a.mohammadi@alzahra.ac.ir](mailto:a.mohammadi@alzahra.ac.ir)

## مقدمه

پژوهش‌های علمی همچنان که ثمرات اجتماعی و فردی بسیاری برای آدمی به ارمغان آورده، موجب مسائل و مشکلات اخلاقی فراوانی نیز، بوده است. شواهد تاریخی حاکی از توجه ویژه‌ی فلسفه‌ی اخلاق به این گونه مسائل است؛ به‌نحوی که در طول تاریخ، فلسفه‌ی اخلاق، هرگز، از پرداختن به مسائل علمی فروگذار نکرده است. در آغاز و میانه‌ی سده‌ی بیستم و در دوران اوج اثبات‌گرایی منطقی<sup>۱</sup>، از آنجا که فیلسوفان اخلاق بر مسائل زبان‌شناسی و فرااخلاقی متمرکز شده بودند، اخلاق کاربردی به شریانی حیاتی تبدیل شده بود. پس از آن، اخلاق عملی در هیئت مسأله‌ای آکادمیک، مجدداً، مطرح شد و با بازگشت به گذشته، مباحث از اخلاق پزشکی آغاز شد (۱).

در این میان، افشای جنایات هولناکی که نازی‌ها تحت عنوان علم و با سوء استفاده از انسان، به‌منزله‌ی آزمودنی، انجام داده بودند، در کانون توجه جوامع انسانی قرار گرفت و در جریان محاکمه‌ی این جنایتکاران در سال ۱۹۴۶ میلادی، تعدادی اصول و ضوابط پیشنهاد شد تا دستورالعملی باشد برای قضاوت در دادگاه‌های محاکمه‌ی پزشکان و دانشمندانی که در مراکز نگهداری زندانیان و اسیران جنگی، تحقیقات پزشکی انجام داده بودند. این ضوابط اخلاقی، «آیین‌نامه‌ی نورمبرگ»<sup>۲</sup> نامیده شد که دربرگیرنده‌ی ده ماده بود. بر پایه‌ی اولین ماده‌ی این آیین‌نامه، «رضایت داوطلبانه»<sup>۳</sup>ی آزمودنی، کاملاً ضروری است. از اصول دیگر این آیین‌نامه، ضرورت نتایج ثمربخش برای بهبود جامعه است که با روش‌ها یا مطالعات دیگر، دست‌یافتنی نباشد و از نظر ماهیت، کاری تصادفی و غیرضروری به شمار نیاید؛ همچنین، کارآزمایی بالینی باید بر اساس نتایج حاصل از تجربیات بر روی حیوانات یا اطلاع از تاریخچه‌ی بیماری طراحی شود تا نتایج

پیش‌بینی‌پذیر اجرای آن را توجیه کند. افزون بر اینکه، این کارآزمایی باید به طریقی هدایت شود که در آن، از هرگونه آسیب و صدمه‌ی غیرضروری اجتناب شود.

از کدهای نورمبرگ، به‌منزله‌ی مدلی برای فرموله‌کردن بسیاری از کدهای حرفه‌ای و حکومتی در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ استفاده شده است. بدین نحو، مباحث ناشی از مسائل نورمبرگ به سطح جامعه کشیده شد و به دنبال آن، اثراتی پیچیده‌تر در اخلاق پژوهش آغاز گشت؛ در واقع، آیین‌نامه‌ی نورمبرگ نخستین کوششی بود که موازین اخلاقی را در حیطه‌ی پژوهش اعمال می‌کرد و اولین اعلامیه‌ی اخلاقی حمایت از آزمودنی انسان در پژوهش به شمار می‌آمد؛ البته متخصصان اخلاق، بعدها، از این آیین‌نامه انتقاد کردند؛ زیرا آنان می‌گفتند این آیین‌نامه برای پاسخ‌گویی به نیازهای پیچیده‌ی اخلاق در پژوهش، کافی نیست و برخی موضوعاتش نیز، متناقض‌اند و تغییر یا کاربرد آن‌ها مشکل است؛ در نتیجه، به اصولی اساسی‌تر که شمولی بیشتر داشته باشد، نیاز خواهد بود تا بتواند پایه‌ای برای تدوین، تفسیر و نقد موارد خاص اخلاقی شود.

پس از آیین‌نامه‌ی نورمبرگ، گزارش‌ها و آیین‌نامه‌هایی مختلف در سطوح ملی و بین‌المللی منتشر شد که در میان آن‌ها چند نمونه فراگیرتر است و اهمیتی زیاد دارد. آن‌ها عبارت‌اند از: «اعلامیه‌ی هلسینکی»<sup>۴</sup> در سال ۱۹۶۴، «گزارش بلمونت»<sup>۵</sup> در سال ۱۹۷۸ میلادی در کشور آمریکا، «اعلامیه‌ی هاوایی»<sup>۶</sup> در سال ۱۹۹۲ و «اعلامیه‌ی مادرید» در سال ۱۹۹۶. در این میان، گزارش بلمونت از اهمیتی خاص برخوردار است؛ این گزارش شامل سه اصل بنیادی در زمینه‌ی تحقیقات انسانی است و می‌کوشد تا به‌نحوی، مسائل اخلاقی آزمودنی انسانی را بیان کند:

4. The Helsinki Declaration
5. The Belmont Report
6. Declaration of Hawaii

1. Logical Positivism
2. The Nuremberg Codes
3. Voluntary Consent

در زمینه‌ی این فناوری نوین زیستی، یعنی شبیه‌سازی انسان، با توجه به بهره‌گیری از آزمودنی‌های انسانی در آن، رعایت این اصول و قواعد ضروری است. بر پایه‌ی اصول و موازین «اخلاق پژوهش آزمودنی‌های انسانی»، در این فناوری سه نوع بحث مطرح می‌شود: ۱. مشکلات ایمنی و سلامت؛<sup>۷</sup> ۲. مشکلی خاص در زمینه‌ی کسب رضایت؛<sup>۸</sup> ۳. مشکل استثمار و سوء استفاده<sup>۹</sup> از زنان که در این نوشتار درصددیم به بررسی و تبیین مشکلات ایمنی و سلامت این فناوری بپردازیم

### مسائل و مشکلات ایمنی و سلامت

یکی از مباحثی که در زمینه‌ی ممنوعیت شبیه‌سازی مولد یا به‌اختصار «شبیه‌سازی CPC»<sup>۱۰</sup>، بسیاری از کارشناسان و صاحب‌نظران درباره‌ی آن توافق دارند، بحث ناایمن بودن این فناوری نوین است؛ به‌گونه‌ای که کمتر گزارش و مقاله‌ای می‌توان یافت که در آن اشاره‌ای به این موضوع نشده باشد؛ حتی اغلب طرفداران شبیه‌سازی نیز، با اطلاع و آگاهی از این قضیه، به دفاع از آن می‌پردازند.

ده‌ها سال است که از جانوران به‌عنوان سیستم‌های مدل در پژوهش‌های پزشکی و داروسازی استفاده می‌شود. هنگامی که دارویی بالقوه برای درمان نوعی بیماری تولید می‌شود، معمولاً، اول آن را روی جانوران می‌آزمایند تا از زهرآگین نبودن آن مطمئن شوند. اگر جانور مدل مناسبی وجود داشته باشد، می‌توان فواید بالقوه‌ی آن دارو را علیه بیماری مورد نظر آزمایش کرد یا اینکه تکنیکی خاص را به‌صورت آزمایش در آن به کار برد. اگر آزمایش روی جانوران موفقیت‌آمیز بود، آزمایش‌های بالینی روی آدمیان آغاز می‌شود (۳)؛ لیکن در زمینه‌ی به‌کارگیری تکنیک انتقال هسته‌ی سلول سوماتیک (SCNT)<sup>۱۱</sup> در شبیه‌سازی CPC، همه‌ی تلاش‌های صورت‌گرفته در مدل‌های حیوانی، حاکی از

اولین اصل این گزارش، «احترام به افراد»<sup>۱</sup> است که دو الزام اخلاقی دارد: یکی اینکه هر فرد مختار است و دیگر اینکه از فردی که قدرت و اختیار کامل را ندارد، باید حمایت شود.

اصل دوم، «احسان یا خیررسانی»<sup>۲</sup> است. طبق این اصل، برخورد اخلاقی با فرد، نه تنها مستلزم احترام به تصمیم‌گیری او و حمایت از او در مقابل هر صدمه‌ای است، بلکه شامل اقدامات و کوشش‌هایی که رفاه شخص را مد نظر قرار می‌دهد نیز، می‌شود. دو قاعده‌ی کلی برای توصیف کامل‌تر خیررسانی در نظر گرفته شده است: الف. صدمه‌نزدن؛ ب. بیشترین فایده و کمترین ضرر ممکن را رساندن.

اصل سوم، «عدالت»<sup>۳</sup> است که بیانگر توزیع عادلانه‌ی منافع و زیان‌های بالقوه‌ی تحقیق و نحوه‌ی انتخاب آزمودنی است؛ برای مثال، در انتخاب آزمودنی برای تحقیق، باید کاملاً دقت شود تا مشخص گردد که یک گروه اجتماعی خاص، صرفاً، به علت در دسترس بودن، موقعیت ضعیف اجتماعی و قابلیت سوء استفاده انتخاب نشده باشند؛ بلکه انتخاب آن، براساس دلایل منطقی و علمی تحقیق بوده است؛ بنابراین، در هر زمان که تحقیق به درمان یا روشی جدید منجر شود و مؤسسات ملی از لحاظ مالی از آن پشتیبانی کنند، عدالت حکم می‌کند که نتایج تحقیق برای استفاده‌ی گروهی خاص نباشد و در چنین تحقیقی، نباید از گروه‌هایی از مردم استفاده شود که در آینده، از منافی که از چنین تحقیقی حاصل می‌شود، بهره نبرند.

کاربرد این سه اصل زیربنایی در روند انجام تحقیق، رعایت اصول سه‌گانه‌ی «رضایت آگاهانه»<sup>۴</sup>، «ارزیابی سود و زیان»<sup>۵</sup> و نحوه‌ی «انتخاب آزمودنی‌ها»<sup>۶</sup> را ایجاب می‌کند (۲).

1. Respect for Persons
2. Beneficence
3. Justice
4. Informed Consent
5. Assessment of Risks and Benefits
6. Selection of Subjects

7. Safety
8. Consent
9. Exploitation
10. Cloning –to-Produce-Children
11. Somatic Cell Nuclear Transfer

یک گوسفند، محیط کشت‌های مختلفی را تهیه کرد که پس از ۲۷۷ بار تلاش برای ادغام هسته‌ی سلول‌های غدد پستانی و تخمک‌های هسته‌زادایی‌شده، فقط ۲۹ عدد آن تا مرحله‌ی بلاستوسیت پیش رفت و در نهایت، یکی از آن‌ها، یعنی چیزی حدود سه درصدشان، به مرحله‌ی تولد رسید که نهایتاً، دالی متولد شد؛ به عبارت دیگر، برای شبیه‌سازی دالی، ۲۷۶ تخمک دیگر از میان رفت تا این گوسفند متولد شود (۹).

درباره‌ی پستانداران دیگر نیز، این میزان چندان رضایت‌بخش نبوده است؛ برای مثال، طبق گزارشی منتشرشده، میزان موفقیت در موش با توجه به سن دهنده و همچنین، نوع سلول بین ۰/۲ تا حدود ۲۴ درصد، در گاو بین ۰ تا ۲۰ درصد، در خرگوش ۰/۶ درصد، در خوک بین ۰/۱ تا حدود ۱ درصد، در گوسفند بین ۳/۳ تا ۱۷/۵ درصد و در بز بین ۳/۱ تا ۱۳/۲ درصد متغیر بوده است (۱۰). در شکل A-۱، بازدهی شبیه‌سازی در گوسفندان، گاوها و موش‌ها و در شکل B-۱، در خوک‌ها، میمون‌ها و بزها مقایسه شده است.

شکل شماره‌ی یک، از چپ به راست، ستون اول، میزان بارداری پس از انتقال رویان؛ ستون دوم، تعداد نتاج زنده‌متولدشده و ستون سوم، تعداد نتاجی است که تا زمان انتشار گزارش یادشده زنده بوده‌اند (۱۱).

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از مجموع آزمایش‌ها، علاوه بر تأثیر سن سلول‌دهنده، نوع آن و شرایط آزمایش، مهارت متخصص نیز، تأثیری بسزا در میزان بازدهی شبیه‌سازی دارد؛ به‌گونه‌ای که، مثلاً در زمینه‌ی شبیه‌سازی موش، میزان موفقیت یک پژوهشگر با استفاده از سلول‌های کومولوس، حدود ۰/۹ درصد بوده؛ لیکن محقق دیگر، با استفاده از همان سلول، به موفقیت ۵/۸ درصدی دست یافته است؛ درهرحال، از نتایج مجموع آزمایش‌هایی که در حیوانات صورت گرفته است، مشخص می‌شود میزان بارداری و در نتیجه، تولد حیوانات با شبیه‌سازی به کمک تکنیک انتقال هسته‌ی سلول سوماتیک،

بازدهی بسیار پایین این تکنیک در حیوانات بوده است. افزون‌براین، دانشمندان در شبیه‌سازی پستانداران با دشواری‌هایی فراوان، مانند مشکلات تکوینی<sup>۱</sup>، مورفولوژیکی<sup>۲</sup> و فیزیولوژیکی<sup>۳</sup>، روبه‌رو شده‌اند (۴). این مسائل باعث شده که برخی، حداقل در این مقطع زمانی، تلاش برای شبیه‌سازی CPC را بسیار مخاطره‌آمیز قلمداد کنند. در زیر به برخی از این مسائل و مخاطرات اشاره می‌شود:

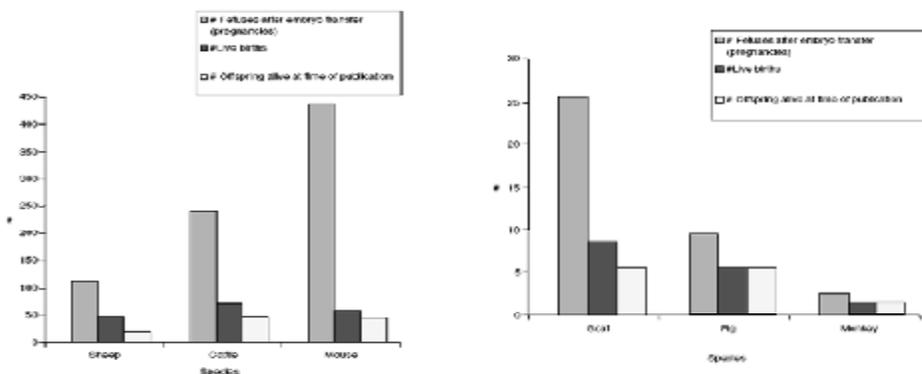
### الف. بازدهی اندک در باروری و تولد موفقیت‌آمیز

نخستین مشکلی که در همه‌ی آزمایش‌های شبیه‌سازی حیوانات دیده شده، این است که درصدی اندک از تخمک‌های نوسازی‌شده یا همان کلونت‌ها، پس از سپری‌کردن دوران بارداری، به تولدی موفقیت‌آمیز ختم می‌شوند؛ مسأله‌ای که در شبیه‌سازی گوسفندها، گاوها، بزها، موش‌ها، خوک‌ها، گربه‌ها (۵) و خرگوش‌ها (۶)، به‌وفور اتفاق افتاده است. بر پایه‌ی گزارشی، تلاش برای شبیه‌سازی موش صحرائی، سگ‌ها و نخستیان با استفاده از مولکول DNA سلول بالغ نیز، تاکنون منجر به تولد نتاج<sup>۴</sup> زنده نشده است (۷)؛ همچنین، بر اساس مدرکی دیگر، پس از انتقال رویان‌های شبیه‌سازی‌شده به درون رحم برای لانه‌گزینی، بسیاری از آن‌ها نمی‌توانستند رشد و نمو طبیعی خود را ادامه دهند و در نتیجه، خودبه‌خود، سقط شدند (۸).

در اغلب آزمایش‌ها، برای تولد موفقیت‌آمیز یک حیوان شبیه‌سازی‌شده، به حدود صد تخمک سالم احتیاج است که در واقع، میزان بازدهی مراحل چیزی حدود یک درصد است؛ این قضیه در شبیه‌سازی دالی، به‌وضوح، مشخص بود؛ بدین صورت که تیم تحقیقاتی ویلموت، با استفاده از سه نوع سلول به‌دست‌آمده از یک رویان پسین<sup>۵</sup>، یک جنین و غدد پستانی

1. Developmental Problems
2. Morphological Problems
3. Physiological Problems
4. Offspring
5. Late Embryo

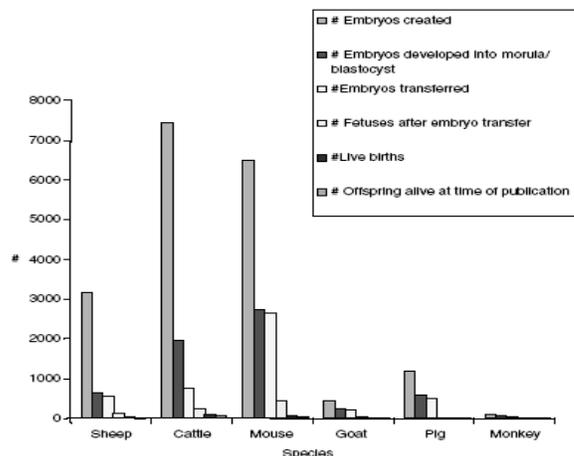
بسیار اندک و در مقابل، میزان مرگومیر و سقط جنین های شبیه سازی شده، بسیار زیاد است (۴ و ۱۲).



شکل شماره ۱- میزان مرگومیر و بقای حیوانات شبیه سازی شده (۱۱)

انتقال داده شده به درون رحم؛ ستون چهارم، میزان بارداری پس از انتقال رویان؛ ستون پنجم، تعداد نتاج زنده متولد شده و ستون ششم، تعداد نتاجی را که تا زمان انتشار این گزارش زنده بوده اند، نشان می دهد (۱۱).

در شکل شماره دو، میزان بازدهی شبیه سازی در شش گونه ی حیوانی مقایسه شده است؛ از چپ به راست، ستون اول، تعداد رویان های ساخته شده؛ ستون دوم، تعداد رویان هایی که با رشد و نمو تا مرحله ی مورولا یا بلاستوسیستی رسیده اند؛ ستون سوم، تعداد رویان های



شکل شماره ۲- میزان بازدهی شبیه سازی سلول های رویانی، جنینی و بالغ شش گونه ی حیوانی (۱۱)

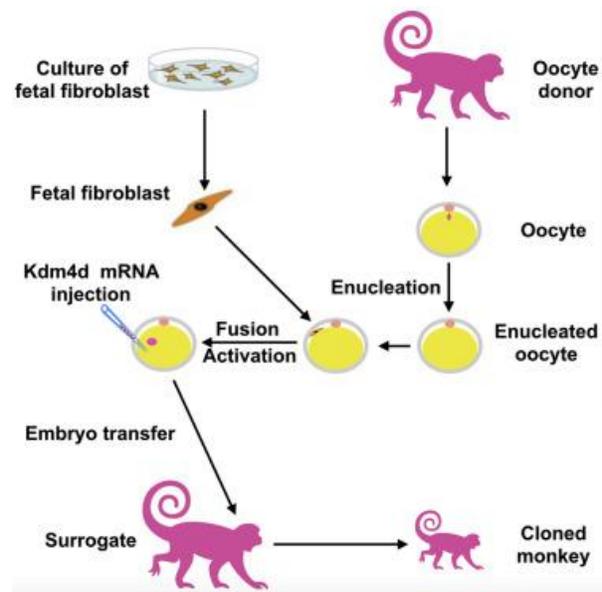
وجود آماری درباره ی به کارگیری شبیه سازی در انسان هاست که نشان می دهد تنها چهار درصد تلاش هایی که برای ساخت کلون های انسانی صورت گرفته تا مرحله ی تقسیم سلولی

نتایج گزارشی دیگر، همچنان، حاکی از بازدهی اندک به کارگیری این تکنیک در حیوانات است که ما آن را در شکل شماره ی سه آورده ایم. از نکات جالب توجه این نمودار،



بدین صورت که نتاج، بزرگ‌تر از حد معمول و با ارگان‌های داخلی بزرگ متولد می‌شوند و همچنین، گرفتار مشکلات تنفسی، گردش خون و... هستند (۱۵)؛ مثلاً، دالی، در بدو تولد، مشکل وزن داشته است؛ در سال ۲۰۰۲ میلادی، یعنی زمانی که به پنج‌ونیم‌سالگی رسیده، دچار آرتروز شده و در نهایت، به سرطان ریه مبتلا گردیده است؛ البته عده‌ای معتقدند که دالی در اثر ناراحتی‌های ناشی از سرطان ریه، از پای درآمده؛ لیکن شواهدی در دست است که نشان می‌دهد بیماری‌های عفونی‌ای که دالی بدان‌ها مبتلا شده، درمان‌شدنی نبوده و به تعبیر یکی از صاحب‌نظران، حتی آنتی‌بیوتیک‌ها نیز، تأثیر نمی‌کرده‌اند. به نظر می‌رسد سوش‌های<sup>۲</sup> جهش‌یافته‌ای از میکروپها شکل گرفته بوده‌اند که دانشمندان به علت ناتوانی در درمان آن و ترس از شیوعش در جامعه، دالی را کشتند! (۱۶)؛ البته برخی معتقدند که ابتلای آن به آرتروز، آن هم در پنج‌ونیم‌سالگی، ناشی از افزایش وزن زیاد بوده است؛ همچنین، درباره‌ی علت بیماری ریوی دالی گفته‌اند: «بسیاری از گوسفندانی که مانند دالی در محیط سر بسته نگهداری می‌شوند، دچار ناراحتی‌های ریوی می‌شوند» (۱۷).

به نظر نگارنده، این دلایل توجیهی بیش نیستند و دالی گرفتار مشکلات و نارسایی‌هایی بوده که به ساختار درونی و به‌کارگیری تکنیک انتقال هسته‌ی سلول سوماتیک در تولیدش مربوط می‌شده است؛ البته تولد دالی و ابتلای آن به بیماری‌های شناخته‌شده و ناشناخته، دانشمندان را متوجه این نکته کرد که باید ناهنجاری‌های تکوینی را جدی بگیرند؛ چه بسا حیوانات شبیه‌سازی‌شده که ماحصل دستکاری انسان در طبیعت هستند، به بیماری‌هایی جدید و خطرناک مبتلا شوند که دست‌کم، تا چند سال، نتوان آن‌ها را شناسایی و درمان کرد؛ نمونه‌ی بارز آن را در ایدز، جنون گاوی حاصل از ظهور پریون‌ها<sup>۳</sup> که با دستکاری در غذای حیوانات ایجاد شده



شکل شماره ۴- شبیه‌سازی میمون با روش انتقال هسته‌ی سلول سوماتیک در سال ۲۰۱۸ (۱۴)

### ب. ناهنجاری‌های تکوینی

دومین مشکلی که در بیشتر پستانداران به‌دست‌آمده از روش انتقال هسته‌ی سلول سوماتیک وجود دارد، ناهنجاری‌های تکوینی یا رشد و نمو است. طبق گفته‌ی ویلموت، در کنفرانس آکادمی ملی علوم که در سال ۲۰۰۱ در واشنگتن‌دی‌سی برگزار شده بود، حدود ۳۳ درصد پستانداران شبیه‌سازی‌شده، گرفتار مشکلاتی هستند (۱۴) که در اینجا به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- سندرم نتاج بزرگ (LOS)<sup>۱</sup>: اکثر پستانداران شبیه‌سازی‌شده، دارای نواقصی با عنوان سندرم نتاج بزرگ‌اند؛

2. Strains  
3. Prions

1. Large Offspring Syndrome

شد که جنین‌های معلول فراوانی در رحم مرده‌اند، بسیاری از جنین‌ها با اندام‌های رشدیافته‌ی ناهنجار به دنیا آمده‌اند، برخی دیگر در فاصله‌ای کوتاه پس از تولد جان داده‌اند، وزن برخی در هنگام تولد تا دو برابر وزن نوزادان معمولی بوده است و مشکلاتی دیگر که همگی حاکی از نایمن بودن به‌کارگیری این تکنیک در حیوانات بوده است. با توجه به این مسائل، اگر بخواهیم این تکنیک را در انسان‌ها به‌کار بندیم، نگرانی‌هایی در رابطه با سلامت کودک شبیه‌سازی‌شده و به همین ترتیب، اهداکننده‌ی تخمک و زاینده‌ی کلون به وجود خواهد آمد که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

### ج. مخاطرات تهدیدکننده‌ی کودک شبیه‌سازی‌شده

با توجه به اینکه حدود ۹۳ تا ۹۸ درصد از تلاش‌های شبیه‌سازی در حیوانات با مشکلاتی عدیده چون: سقط جنین، مرگ زودهنگام (حین یا پس از تولد)، ایجاد بیماری‌ها و نواقص فیزیکی خاص و... مواجه شده است، به‌کارگیری آن در انسان‌ها عاقلانه نیست و موجب بروز مشکلاتی خاص و پیش‌بینی‌ناپذیر در افراد شبیه‌سازی‌شده می‌شود. ما هرگز مجاز نیستیم یک فناوری نوین زیستی را بدون طی مراحل استاندارد بیولوژیکی که اولین مرحله‌اش کسب موفقیت کامل در مدل‌های حیوانی است، در سطحی گسترده‌تر، یعنی جوامع انسانی، به‌کار بندیم. با توجه به اینکه فناوری شبیه‌سازی، در اولین مرحله‌ی مطالعاتی با مشکلاتی خاص مواجه شده است، به‌کارگیری آن در انسان‌ها، احتمالاً، آسیب‌های زیر را به دنبال خواهد داشت:

- امکان پیری زودرس در افراد شبیه‌سازی‌شده؛
- امکان سقط جنین و تولد بچه‌های مرده یا مرگ زودهنگام؛
- ابتلا به ناهنجاری‌هایی مانند LOS، نواقص مغزی و کبدی، مشکلات ششی، کلیوی، قلبی و... .
- افزون‌براین، درحال حاضر، پیامدهایی که در بلندمدت ظاهر خواهد شد، مشخص نیست؛ مثلاً، اگر از موجود

یا سارس<sup>۱</sup> که برخی معتقدند توسط فضاوردان مستقر در خارج از جو زمین به زمین منتقل شده است و... می‌توان مشاهده کرد.

طبق نتایج گزارشی، وقوع ناهنجاری‌های مادرزادی تکوینی در موش‌های شبیه‌سازی ۱۲ درصد و در بزها، حدوداً، ۳۸ درصد است. این میزان در جوندگان و سُم‌داران، تقریباً، ۳۰ درصد است که البته در آزمایش‌ها و گونه‌های مختلف، بسیار متفاوت است (۲).

- پیری زودرس: غیر از اینکه بسیاری از کلون‌ها در درون رحم، سقط یا به‌صورت مرده متولد می‌شوند، درباره‌ی حیواناتی که زنده متولد شده‌اند، مشکلی دیگر نیز، وجود دارد و آن پیری زودرس آن‌هاست؛ مثلاً، در دالی که از سلول‌های سوماتیک یک میس شش‌ساله به دست آمده بود، به‌تدریج، نشانه‌های پیری زودرس پدیدار شد. دالی، در واقع، در یک بشقاب پتری<sup>۲</sup> (ظرف آزمایشگاهی) و از سلول‌هایی یخ‌زده به وجود آمده بود که صاحب آن (گوسفند ماده‌ای که DNA خود را به دالی داده بود)، سه سال قبل از تولد دالی مرده بود؛ لذا عده‌ای معتقدند که برای محاسبه‌ی سن واقعی دالی باید مجموع عمر او و مادرش را در نظر گرفت.

پیری زودرس دالی این نظریه را قوت بخشید که موجودات شبیه‌سازی‌شده، به دلیل آنکه به وسیله‌ی سلول‌های پیر به وجود می‌آیند، مسن‌تر هستند؛ لذا عمری کمتر دارند و این قضیه در بسیاری از نمونه‌های شبیه‌سازی‌شده نیز، دیده شده است؛ مثلاً، در رابطه با موش‌های شبیه‌سازی‌شده، نوعاً، مرگ‌ومیر به‌طور غیرعادی، بالاست یا مامیکدا، اولین گوسفند شبیه‌سازی‌شده‌ی استرالیایی، پس از دو سال و ده ماه زندگی، مرد؛ حال آنکه عمر متوسط گوسفندان طبیعی، معمولاً بین یازده تا دوازده سال است (۱۷).

از مجموع آزمایش‌های شبیه‌سازی در حیوانات مشخص

1. SARS
2. Peteri Dish

گاو و ژنوم یک انسان بود که پس از انتشار خبر، اعتراضاتی زیاد را به دلیل ترس از تولید موجودات کیمرا<sup>۳</sup> (انسان-حیوان) ایجاد کرد (۱۹).

در حال، امروزه، همچنان مشکل استحصال تعدادی زیاد تخمک باقی است و عده‌ای با استناد به این دلیل، اساساً با به‌کارگیری این تکنیک در انسان، حتی برای زوجین نابارور نیز، مخالف‌اند؛ البته، در این میان، افرادی با مقایسه‌ی این مشکل با آنچه که در IVF هم وجود دارد، این دلیل را رد می‌کنند؛ چراکه به نظر آن‌ها، در IVF نیز، از این نظر، بازدهی اندک است و برای وصول به تولدی موفق، به تعدادی زیاد سلول تخمک نیازمندیم؛ مثلاً، برای یک بارداری موفقیت‌آمیز در این روش، باید هر مرتبه، ده تا پانزده تخمک از تخمدان خارج شود که معمولاً، این عمل چندین بار تکرار می‌شود؛ از این رو، آن‌ها معتقدند اگر ما با این وضعیت، IVF را به‌عنوان روشی مناسب می‌پذیریم، دلیل ناکارآمدی شبیه‌سازی CPC نیز، خودبه‌خود، تضعیف می‌شود (۱۴).

درباره‌ی مادر زاینده‌ی کلون‌ها هم، مشکلاتی خاص وجود دارد؛ تلفات و سقط‌های خودبه‌خودی جنین‌های شبیه‌سازی‌شده، اساساً، بیشتر از بارداری‌های طبیعی رخ می‌دهد و ممکن است این خسارت‌ها و آسیب‌ها، به افزایش بیماری‌ها<sup>۴</sup> و میزان مرگ‌ومیر<sup>۵</sup> مادران بینجامد. بسیاری از بارداری‌های ناشی از به‌کارگیری شبیه‌سازی، منجر به عواقبی بسیار خطرناک، چون: مسمومیت خونی<sup>۶</sup> و تجمع بیش از اندازه‌ی مایعات در رحم می‌شود و به‌نوبه‌ی خود، سلامت حیوانات باردار را به خطر می‌اندازد (۱۱). در مطالعه‌ای که بر روی شبیه‌سازی گله‌های گاو صورت پذیرفت، حدود ۳۳ درصد از گاوهای باردار به علت عوارض و مشکلات بارداری از بین رفتند (۲۰). با توجه به این مسائل، کارشناسان و

شبیه‌سازی‌شده، مجدداً، یک کلون دیگر بسازیم و از کلون دوم، به کلونی دیگر و این پروسه را تا چند مرحله انجام دهیم، همانند آنچه که در یک موش صورت پذیرفت، نمی‌دانیم که چه عواقب و مشکلاتی برای کلون‌ها ایجاد خواهد شد. آنچه که امروزه در آزمایش‌های تولید واکسن دیده می‌شود، این است که از یک میکروب، در نهایت، تا چند نسل می‌توان واکسن به دست آورد و پس از آن، به علت ناپایداری ژنتیکی<sup>۱</sup>، تولید واکسن متوقف می‌شود (۱۸).

نکته‌ی دیگر اینکه بر اساس گزارشی، پیرترین پستانداری که با موفقیت شبیه‌سازی شده است، فقط شش سال دارد و استفاده از سنین بالاتر مشکلاتی را در پی داشته است. بر فرض اینکه این مشکل نیز، رفع شود، برخی از پژوهشگران معتقدند با توجه به اینکه فرد دهنده‌ی سلول سوماتیک، چندین سال زیسته است، هسته‌ی سلول‌های آن متحمل جهش‌های ژنتیکی بسیاری شده که همه‌ی آن‌ها در ژنوم وی اندوخته می‌شود. با به‌کارگیری هسته‌ی این نوع سلول‌ها، در واقع، همه‌ی جهش‌ها به فرد جدید منتقل و کلون، به بیماری خاص ژنتیکی و همچنین، سرطان مبتلا می‌شود (۶).

د. مخاطرات تهدیدکننده‌ی اهداگران تخمک و مادر زاینده مخالفان CPC معتقدند در کنار مخاطرات و عوامل تهدیدکننده‌ی سلامت کودکان شبیه‌سازی‌شده، مخاطراتی نیز، ایمنی و سلامت اهداکنندگان تخمک را تهدید می‌کند. این مخاطرات مربوط به سلامت تولید مثلی زنان دهنده‌ی تخمک در آینده است؛ زیرا برای استحصال تخمک، وی را تحت درمان‌های هورمونی قرار می‌دهند تا از این راه، تخمک‌گذاری او بیشتر شود<sup>۲</sup> و این مسأله، تأثیری بسیار زیاد بر سلامت وی بر جای خواهد گذارد (۸). ضمن اینکه، پروسه‌ی جداسازی این تخمک‌ها از یک زن، مخاطرات و ناراحتی‌هایی را به دنبال خواهد داشت. در این باره، پیشنهاد شده است از تخمک‌های غیرانسانی استفاده کنند که یک نمونه‌ی آن، هیبرید تخمک

3. Chimeric
4. Morbidity
5. Mortality
6. Toxemia

1. Genetic Instability
2. Superovulation

با توجه به زیادبودن میزان مرگومیر و همچنین، شیوع بیماری‌ها در شبیه‌سازی پستانداران، نکته‌ای دیگر که باید بدان توجه کرد، تعمیم‌ناپذیری موفقیت آزمایش‌های شبیه‌سازی حیوانات در انسان‌هاست؛ به عبارت دیگر، موفقیت در آزمایش‌های نمونه‌های حیوانی نیز، نمی‌تواند معیار و میزانی مناسب برای به‌کارگیری آن‌ها در آدمی باشد؛ زیرا، به تعبیر یکی از کارشناسان، هیچ‌گونه هم‌بستگی کامل و دقیقی بین گونه‌های مختلف جانوران وجود ندارد (۲۱). حتی اگر چنین آزمایش‌هایی در نخستیان غیرآدمی نیز با موفقیت صورت پذیرد، باز نمی‌توان مطمئن بود که در انسان‌ها، نتایج رضایت‌بخش خواهد بود؛ چراکه بدن آدمی، نسبت به دیگر موجودات، پیچیده‌تر است و مکانیسم‌هایی دشوارتر دارد؛ به‌عنوان مثال، آرسنیک می‌تواند به مرگ انسان‌ها بینجامد؛ اما این ماده بر روی خوکچه‌های هندی، جوجه‌ها و میمون‌ها بی‌تأثیر است؛ همچنین، دستگاه‌های دیجیتال استفاده‌شده برای کاهش فشار خون انسان‌ها، باعث افزایش فشار خون سگ‌ها می‌شود، پنی‌سیلین موجب مرگ خوکچه‌های هندی می‌گردد و کلرامفنیکل به سلول‌های مغز استخوان انسان‌ها که به تولید خون مشغول‌اند، آسیب می‌رساند؛ درحالی‌که این ماده بر هیچ جانور دیگری چنین اثری نمی‌گذارد. بسیاری از حیوانات آزمایشگاهی، نظیر سگ‌ها، گربه‌ها، موش‌ها و هامسترها (نوعی موش)، اصولاً، برای رشد خود هیچ نیازی به دریافت ویتامین C در رژیم غذایی‌شان ندارند؛ زیرا بدن این حیوانات مقادیر مورد نیاز آنان را تولید می‌کند؛ اما انسان‌ها و خوکچه‌های هندی، در صورت دریافت نکردن این ویتامین، به دلیل ابتلا به بیماری اسکوربورت (نوعی بیماری ناشی از کمبود ویتامین C) خواهند مرد؛ همچنین، نه تنها بین گونه‌های مختلف جانداران تفاوت وجود دارد، بلکه برخی حیوانات مختلف متعلق به یک‌گونه هم، تفاوت‌هایی ذاتی با هم دارند؛ به‌عنوان مثال، نتایج پژوهشی صورت‌گرفته در دانشگاه برمن آلمان، حاکی از آن است که واکنش بدن حیوانات یک‌گونه در

صاحب‌نظران، به‌کارگیری تکنیک مزبور در انسان‌ها را بسیار خطرناک می‌دانند (۱۳). در گزارش آکادمی ملی علوم، پس از بررسی عواقب و مشکلات حاصل از شبیه‌سازی، این گونه نتیجه‌گیری شده است:

«نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات حیوانی، حاکی از آن است که شبیه‌سازی CPC، به همین نحو، مخاطرات فراوانی را متوجه سلامت جنین یا نوزاد و مادر می‌نماید و با توجه به سقط‌های خودبه‌خودی یا تولد کودک مرده یا کودکی با مشکلات بسیار شدید، مادر با مخاطرات و مشکلات روانی روبه‌رو می‌شود» (۱۱). در گزارش «کمیسیون ملی نظارت بر اخلاق زیستی»<sup>۱</sup> نیز، این چنین آمده است: «اطلاعات علمی موجود، بر این نکته تأکید می‌کند که این فناوری در انسان قابل اعتماد و بی‌خطر نمی‌باشد» (۹).

«شورای مشورتی ریاست جمهوری آمریکا در اخلاق زیستی»<sup>۲</sup> هم، در این رابطه موضع مشترکی با «کمیسیون ملی نظارت بر اخلاق زیستی» اخذ کرده است: «با توجه به بالابودن میزان مرگومیر و همچنین، شیوع بیماری‌ها در شبیه‌سازی پستانداران، ما معتقدیم که شبیه‌سازی CPC بسیار خطرناک و ناایمن است؛ لذا تلاش‌هایی که برای تولید یک کودک شبیه‌سازی‌شده صورت می‌گیرد، بسیار غیراخلاقی خواهد بود» (۵). همچنین این شورا در جای دیگر، با تأکید بر اینکه مشکلات و نگرانی‌های این فناوری، همیشگی و حل‌نشدنی است، خواستار ممنوعیت به‌کارگیری آن شده است: «ما نتیجه می‌گیریم که مشکل ایمنی و سلامتی یک نگرانی اخلاقی موقتی و زودگذر نمی‌باشد؛ بلکه یک نگرانی اخلاقی همیشگی است که امکان رفع آن وجود ندارد؛ بنابراین، باید تلاش برای گسترش تکنیک‌های شبیه‌سازی CPC متوقف شود» (۵).

#### بحث و نتیجه‌گیری

1. NBAC
2. PCB

برابر دارو با توجه به سن جانور، فصل، روز و حتی ساعت استفاده (قبل یا بعد از ظهر)، وضعیت زندگی و... متفاوت است (۲۲). در آزمایش‌های شبیه‌سازی حیوانات نیز، چنین مسائلی دیده شده است که بازدهی شبیه‌سازی در یک گونه با توجه به سلول‌های سوماتیک به دست آمده از سنین مختلف، بافت‌های مختلف، وضعیت کشت، داروهای به کاررفته برای تغییر عوامل اپی‌ژنتیکی و دیگر عوامل، متفاوت است و تغییری اندک در هر یک از این شرایط، تفاوت‌هایی فاحش را در میزان موفقیت آزمایش‌ها، ایجاد کرده است (۲۳ و ۲۴).

این موارد حاکی از آن است که اگر روش به کاررفته در حیوانات صد درصد نیز، موفقیت‌آمیز باشد، باز هم تعمیم‌پذیر به گونه‌های دیگر نیست و نمی‌تواند ایمنی و سلامت تکنیک را برای انسان‌ها تضمین کند. شاید، عده‌ای مدعی شوند با توجه به اینکه هر تکنیکی در ابتدا بازدهی اندکی دارد و با گذشت زمان و تکرارهای فراوان، در نهایت، ایمن‌تر می‌شود و بازدهی آن افزایش می‌یابد، در زمینه‌ی شبیه‌سازی CPC هم، این قضیه صادق خواهد بود و سرانجام، تکرار آزمایش‌ها در نمونه‌های انسانی موجب افزایش بازدهی و همچنین، ایمن‌تر شدن آن می‌شود. جرج سیدل<sup>۱</sup>، متخصص تولید مثل غیرجنسی در دانشگاه ایالتی کلرادو، از این دسته افراد است: «برای انسان، تنها تعداد بازی مهم است؛ احتمال زیادی وجود دارد که وقتی شما آن را به تعداد کافی انجام دهید، موفق به این کار شوید» (۲۳).

لازمه‌ی این اقدامات درباره‌ی انسان، به تغییر رویه‌ی کنونی در خصوص اصول و ارزش‌های انسانی و نادیده‌انگاشتن مباحث اخلاقی وابسته است. پژوهشگران در آزمایش‌های نمونه‌های حیوانی، مراحل را آن‌قدر ادامه می‌دهند تا به کشف کامل و هدف مورد نظر دست یابند. هرگاه دسته‌ای از آزمایش‌ها به نتایج منفی برسد، آن‌ها را رها و دوباره، از ابتدا، شروع می‌کنند؛ اما اگر درباره‌ی انسان چنین

چیزی رخ دهد، بسیار مسأله‌ساز و بحث‌انگیز می‌شود. چگونه می‌توان انسان‌هایی ناقص را که از این مسیر تولید می‌شوند و زندگی زجرآوری را که بدن‌ها تحمل شده است، توجیه کرد؟ اگر تکرار مراحل شبیه‌سازی در انسان‌ها، همانند تجربه‌ی به‌کارگیری داروی «تالیدومید»، منجر به تولد هزاران کودک معیوب شود، چه کسی پاسخ‌گو خواهد بود؟ حتی پرحرارت‌ترین طرفداران شبیه‌سازی CPC نیز، به مخاطره‌آمیز بودن این تکنیک اذعان دارند و درحال حاضر، به‌کارگیری آن را در انسان‌ها به صلاح نمی‌دانند. نکته‌ی شایسته‌ی توجه این اظهار نظر «درحال حاضر» است، تا با گذشت زمان و با توسعه و پیشرفت این تکنیک و اطمینان به ایمن بودن، به‌راحتی، آن را درباره‌ی انسان‌ها نیز، به کار گیرند؛ لیکن تکرار آزمون‌ها بر روی انسان‌ها برای افزایش بازدهی آن، عملی غیراخلاقی است؛ زیرا انسان‌ها موش آزمایشگاهی نیستند که در این مسیر بازیچه‌ی دست دانشمندان بشوند. بر فرض اطمینان صد درصدی به ایمن بودن به‌کارگیری شبیه‌سازی CPC، ما هرگز از نسل آینده‌ی کلون‌ها خبری در دست نداریم و نمی‌دانیم که چه اثرات نامطلوبی بر نسل آینده تحمیل خواهد شد (۲۴).

شاید، در حال حاضر، ایراد و نقصی شایسته‌ی توجه در کلون‌ها مشاهده نگردد؛ لیکن ممکن است نسل آن‌ها، به‌عنوان مثال، سی درصد بیشتر از نرخ معمول، دچار سرطان شود یا اینکه از نظر تولید مثل، با مشکلاتی عدیده و خاص روبه‌رو شود و مشکلاتی دیگر که به دلیل توجه به نسل حاضر، از آن‌ها غافل مانده‌ایم. با عنایت به چنین ملاحظاتی، نتیجه می‌گیریم که این فناوری نوین تا ابد نایمن و غیراخلاقی است و دامنه‌ی این نایمنی فقط به سلامت جسمی نسل حاضر منحصر نمی‌شود، بلکه بر سلامت جسمی نسل‌های آینده نیز، اثرگذار خواهد بود؛ تأثیراتی که هیچ اطلاعی از آن‌ها نداریم. افزون بر اینکه، این نایمنی به حوزه‌های سلامت روحی و روانی فرد، جامعه و همچنین، نسل بشر هم کشانده خواهد

1. George Seidel

شد و بر بار اخلاقی به‌کارگیری آن بیشتر می‌افزاید و  
بیش‌ازپیش، آن را غیراخلاقی می‌کند.

## منابع

- 1- Bostrom N. Human vs. Posthuman - Future of Humanity Institute. <http://bashgah.net> (accessed on: 2018)
- 2- Farhadi Y. Ethics in Medical Science Research. Tehran: National Center for Research in Medical Sciences; 2005. [in Persian]
- 3- Ho MW. Genetic Engineering-Dream or Nightmare?: The Brave New World of Bad Science and Big Business. Nevada: Gateway Books; 1998.
- 4- Ethics Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Human somatic cell nuclear transfer and reproductive cloning: An ethics committee opinion. Fertil Steril. 2016; 105(4): e1-4.
- 5- Shin T, Kraemer D, Pryor J, Liu L, Rugila J, Howe L, et al. A cat cloned by nuclear transplantation. Nature .2002; 415(6874): 859.
- 6- Chesné P, Adenot PG, Viglietta C, Baratte M, Boulanger L, Renard JP. Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells. Nat Biotechnol. 2002; 20(4): 366-9.
- 7- Kolata G. Clone: The Road to Dolly and the Path Ahead. New Yourk:Penguin Books; 1997.
- 8- Kass LR, Kass R. Human Cloning and human Dignity: The Report of the President's Council on Bioethics. New Yourk: Public Affairs; 2002.
- 9- National Bioethics Advisory Commission (NBAC). Cloning Human Beings: Report and Recommendations of the National Bioethics Advisory Commission. V 1. Rockville, MD: NBAC, 1997.
- 10- Wilmut I, Peterson LA. Somatic cell nuclear transfer (cloning) efficiency. <http://www.Rosl.ac.uk/public/webtableGRdf>. 2015 (accessed on: 2018)
- 11- Council NR. Scientific and Medical Aspects of Human Reproductive Cloning. Washington: National Academies Press; 2002.
- 12- Liu Z, Cai Y, Wang Y, Nie Y, Zhang C, Xu Y, et al. Cloning of macaque monkeys by somatic cell nuclear transfer. Cell. 2018; 172(4): 881-7.
- 13- Caplan AL. Monkey see, Humans won't do the misguided reaction to the first cloning of primatesEMBO reports. 2018; 19(4): e45912.
- 14- Byrne JA, Gurdon JB. Commentary on human cloning. Differentiation. 2002; 69(4-5): 154-7.
- 15- Ó'Neill C. Human Cloning: Four Fallacies and Their Legal Consequences. Oxford: Oxford University Press; 2015.
- 16- Mohammadi A. The moral right of reproductive freedom in human. Medical Ethics & History of Medicine. 2009; 3(1): 21-32. [in Persian]
- 17- Wilmut I, Campbell K, Tudge C. The Second Creation: Dolly and the Age of Biological Control. Cambridge: Harvard University Press; 2001.
- 18- Mohammadi A. Human cloning and psychological identity inquiry. Medical Ethics & History of Medicine. 2008; 1(3): 65-72. [in Persian]
- 19- FitzGerald K. Cloning: Can it be good for us: An overview of cloning technology and its moral implications. J U Tol L Rev. 2000; 32: 327-34.
- 20- Hill JR, Roussel AJ, Cibelli JB, Edwards JF, Hooper NL, Miller MW, et al. Clinical and pathologic features of cloned transgenic calves and fetuses (13 case studies). Theriogenology. 1999; 51(8): 1451-65.
- 21- Ryan R. Scientific and practical logic of pharmaceutical trusts. West Touring, Islam Res Cent IRIB. 2005; 34(3):130-40.
- 22- Croce P, Turtle H. Vivisection or Science: A Choice to Make. Chicago: Civis; 1991.
- 23- McKibben B. Enough: Genetic Engineering and the End of Human Nature. London: Bloomsbury Publishing; 2004.
- 24- Mohammadi A. Human Cloning: Scientific, Ethical, Legal and Religious Aspects. Tehran: Maaref Publication; 2008. [in Persian]

## Human Cloning and Ethical Principles for Research Involving Human Subjects

Ali Mohammadi<sup>\*1</sup>

*1. Assistant Professor of Microbiology, Department of Microbiology, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.*

### Abstract

Scientific research as well as a lot of social and individual effects for human beings has caused many moral problems. The prospect of children building through somatic cell nuclear transfer (SCNT) or human cloning has caused widespread moral concerns around the world. Accordingly, various reports and regulations have been published at the national and international levels that address the ethical principles for research involving human subjects. In this regard, the Belmont report is of particular importance, in which three fundamental principles of human research have been taken into consideration. These three principles are: the principle of "Respect for Persons", the principle of "Beneficence" and the principle of "justice". In the field of this new biotechnology, namely, human cloning with respect to the use of human subjects in it and according to the ethical principles for research involving human subjects, there are three types of discussion: problems of Safety; a particular problem in the field of business Satisfaction and the problem of the exploitation of women. Considering that about 90% of cloning efforts in animals have been encountered with many problems such as abortion, early death, the development of certain diseases and physical defects, etc., it is not wise to use it in humans and it causes certain and unpredictable problems in cloned people.

**Keywords:** Bioethics, Human cloning, Cloning

---

\* *Corresponding Author:* [a.mohammadi@alzahra.ac.ir](mailto:a.mohammadi@alzahra.ac.ir)