

فصلنامه مطالعات حقوق

Journal of Legal Studies

شماره بیست و پنجم. پاییز ۱۳۹۷، صص ۱۵۱-۱۳۵ Vol 3. No 25. 2018, p 135-151

ISSN: (2538-6395)

شماره شاپا (۲۵۳۸-۶۳۹۵)

## فناوری کریسپر به عنوان یکی از برافامه‌های یوزنیک در پیشگیری از جرم

مرضیه آقاسی<sup>۱</sup>. مسعود قادری پاشا<sup>۲\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد حقوق جزا و جرم شناسی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲. دانشیار و متخصص پژوهشی قانونی، سازمان تحقیقات پژوهشی قانونی، تهران، ایران

\*نویسنده مسئول

### چکیده

اندیشه اصلاح نژاد انسان قدمتی دیرینه در تاریخ بشر دارد. یوزنیک، علم تعاملات بهبود دهنده کیفیت ذاتی نژاد انسان از طریق کترول فاکتورهای ژنتیک و وراثت است و تلاشی در جهت افزایش انتقال ژن های مطلوب «یوزنیک مثبت» و تلاش سیستماتیک برای به حداقل رساندن انتقال ژن مضر «یوزنیک منفی» می‌باشد. هدف یوزنیک اصلاح، پرورش و گسترش نژاد انسان از طریق هم‌آوری های انتخابی است. دستاوردهای علم ژنتیک در حوزه تحقیقات کیفری و کشف جرایم کاربرد وسیع یافته است، اما امکان سوء استفاده احتمالی از داده های ژنتیکی در حوزه های مختلف (سیاسی، قضایی و...) می تواند زمینه ساز تبعیض های فردی، اجتماعی و حتی نژادی گردد. البته شاید بتوان استثنائی در این مورد یافت، از جمله اکتساب اجباری داده ها از مجرمان. بنابراین تکنیک ویرایش ژن (کریسپر) می تواند برای هر نوع فعالیت شگفت انگیزی که نیازمند دستکاری در DNA است، کاربرد داشته باشد به گونه ای که داشمندان از آن برای درمان بسیاری از بیماری ها، از قبیل ALS، هانتینگتون و بیماران مبتلا به سلیاک که در هضم پروتئین گلوتن مشکل دارند، استفاده کرده اند و همچنین می توانند منجر به افزایش نرخ تولد و کاهش مرگ نوزادان و حتی درمان اختلالات ژنتیکی منجر به ارتکاب جرم، شود.

**واژه های کلیدی:** فناوری کریسپر (قیچی ژنتیکی)، یوزنیک، پیشگیری از جرم.

**مقدمه**

انسان، همواره در طول دوره حیات خود به دنبال ایجاد شرایط بهتر زیستی بوده و در دهه‌های اخیر با پیشرفت بیوتکنولوژی، مهندسی ژنتیک، ژن درمانی (اصلاح ژن) و... و کاربردهای این علوم در زندگی روزمره، سعی کرده است که بر محدودیت‌های زیستی خود غلبه کند و توانایی‌های جدیدی بیابد. مقصود از یوژنیک، اصلاح و تکامل نژاد انسان و علمی است که به وسیله آن افراد از هر جهت خوب، تندrst، لایق و صالح متولد شوند و از ازدیاد نسل‌های ضعیف، صاحب فکر پست و روح سخیف به واسطه علم ژنتیک جلوگیری به عمل آید. یوژنیک، جنبشی مبتنی بر مفاهیم زیست شناسی است که از کاربرد اقداماتی در جهت بهبود ساختار ژنتیک جمعیت‌های انسانی حمایت می‌کند و در برهه‌ای از زمان در شون متعددی از اجتماع از جمله حقوق و مجازات مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در واقع، تحت سیاست‌های یوژنیکی که مبانی آن از سوی زیست شناسان، متخصصان بهداشت عمومی و پزشکان مورد تأیید قرار گرفته بود، حکم به حذف افرادی خاص از مجموعه ژنی جوامع انسانی داده می‌شد و از این قبل، شمار زیادی از انسان‌ها تحت عقیم‌سازی واقع می‌شدند. بدین جهت، انجام فعالیت‌های منفی نژادی توسط یوژنیک‌دانان، پس از جنگ جهانی دوم، جزء تعریف جدید بین‌المللی از جرم نسل‌کشی قرار گرفت، که در کنوانسیون پیشگیری و مجازات جرم نسل‌کشی تصویب گردید. شایان ذکر است که، آنچه امروزه به عنوان یوژنیک مطرح است، نه در جهت حذف و عقیم‌سازی انسانها، بلکه در راستای درمان و اصلاح ساختار ژنتیکی و بازگشت آنها به آغوش جامعه، توسط متخصصان این علم انجام می‌پذیرد. همچنین این قضیه، هیچگونه منافاتی با شرع مقدس اسلام نداشته و به معنی نژادپرستی نیست، زیرا ما در اینجا هیچ نژادی را از بین نمی‌بریم و نژادی را جایگزین نژاد دیگر نمی‌کنیم و برتری اخلاقی نمی‌دهیم. البته بررسی ضوابط شرعی و احکام فقهی موجود در این زمینه و تطبیق آن با یافته‌های نوین پژوهشی (بیوتکنولوژی پژوهشی)، تنها با رجوع به استفتایات مراجع عظام تقیید میسر می‌شود. بر اساس حدیثی از پیامبر گرامی اسلام: ملاک برتری بین انسان‌ها میزان تقوای آنهاست نه نژاد و جنس آنها. این نکته را می‌بایست در اینجا مذکور شویم که حتی ما تکثیر یک نژاد را با اجازه افراد آن گروه نژادی انجام می‌دهیم (خلالی کسی، جواد و دیگران، ۱۳۹۱، ۴۵). از این رو و راثی و ذاتی بودن بسیاری از صفات اخلاقی - نه همه صفات - در منابع دینی، مسلم فرض شده است و روشن است که در چنین حالتی کارشناسان تربیتی بر اساس مبانی تعلیم و تربیت، هرگونه تغییر پذیری و تربیت در این صفات و راثی را متفقی و بی‌نتیجه خواهند دانست (هامر، دین و کابلند، پیتر، ۱۳۸۲).

نظر به اینکه جرم و جنایت در جامعه زمینه‌های رعب و وحشت و تعرض به بهداشت روانی جامعه را فراهم می‌آورند و با توجه به اینکه در زمینه یوژنیک و تأثیر اختلالات ژنتیکی افراد بر بروز رفتارهای ضداجتماعی و جرم، تحقیقات چندانی در کشور صورت نگرفته است و نیز با توجه به اینکه بر اساس

مطالعات بالینی، این اختلالات تأثیر بسزایی در وقوع جرم و رفتارهای ضد اجتماعی دارند، در این راستا، می توانیم از روش های گوناگونی جهت درمان این اختلالات استفاده کنیم، از آن جمله می توان به فناوری کریسپر (قیچی ژنتیکی) به عنوان یکی از برنامه های یوژنیک، اشاره کرد که از این طریق ژن های معیوب از زنجیره بریده و گونه ای سالم تر جایگزین می شود یا اینکه مانع از ژنی شوند که DNA قادر به اصلاح آن نبوده یا اینکه ژنی کاملاً متفاوت را به زنجیره اضافه کنند. این فناوری پیشرفت نه تنها می تواند استخراج ژنی جوامع پسری (مجموعه ژنوم تمام مردم یک جامعه) را اصلاح و دستخوش تغییرات گسترده کند، بلکه قادر است سیستم سلامت، غذا و دارو، کشاورزی و تمام صنایع مرتبط با علوم زیستی را از پایه و اساس دگرگون سازد. به بیان ساده، اکتشاف بزرگ تکنولوژی قرن حاضر است.

به رغم موانعی که بر سر راه اصلاح ژن وجود دارد برخی محققان با اشاره به کاربردهای این روش در درمان برخی بیماری ها و جلوگیری از انتقال این بیماری ها به نسل بعد انجام اصلاح ژن را توصیه می کنند، برای مثال اصلاح ژن در سلول های سوماتیک در مورد بیمار هموفیلی تنها خود بیمار درمان شده و در صورت فراهم شدن شرایط (ازدواج یک فرد با یک فرد ناقل هموفیلی) فرزندان وی ممکن است به این بیماری مبتلا شوند، اما اصلاح ژن در سلول های جنسی فرد مذکور، فرد بیمار درمان نمی شود ولی فرزندان وی، دیگر بیمار نمی شوند. بنابراین با این روش، افراد زیادی در آینده سالم زندگی خواهند کرد. در بیماری های به اصطلاح متابولیکی - ژنتیکی که به آن توجه بسیاری شده، ژن معیوب باعث می گردد تا آنزیمی در عملکرد متابولیکی خاص خود، یا حضور نداشته باشد و یا بلاذر باشد. قدم مؤثر در درمان نارسایی های ژنتیکی در انسان، اصلاح ژن است. این روشی است که در آن ژن به جای ژن معیوب یا غائب، ژن فعالی جایگزین می گردد به این ترتیب بدن قادر به ساختن آنزیم یا پروتئین کامل شده و در نتیجه ریشه بیماری خشک می شود (غفاری، سعیدرضا، ۱۳۸۵، ۴۴).

در پژوهش پیش رو که در شمار پژوهش های بنیادی قرار می گیرد با رویکردی توصیفی - تحلیلی نخست به گردآوری اطلاعات با روش اسنادی، کتابخانه ای مبادرت نموده و سپس با رویکردی استنتاجی و روش تحلیل کیفی به بررسی اثرات فناوری کریسپر به عنوان یکی از برنامه های یوژنیک در پیش گیری از جرم پرداخته می شود. در این راستا، پژوهش حاضر به این مسئله می پردازد که آیا این فناوری می تواند در پیشگیری از جرم تأثیرگذار باشد یا خیر؟

### بند اول: فناوری کریسپر و پیشگیری از جرم: مفهوم و گستره

#### الف) فناوری کریسپر

#### مفهوم شناسی فناوری کریسپر

سیستم CRISPR-Cas<sup>۹</sup> مجموعه ای مشتمل از آنزیم اندونکلتاز Cas و یک RNA هدایت کننده (gRNA) می باشد، که اولین بار در سال ۱۹۹۳ کشف شد. در سال ۲۰۰۳ به نقش آن در حفاظت از

باکتری در برایر باکتریوفاژها و پلاسمیدها پی بردن، در سال ۲۰۱۲ این سیستم به منظور دستکاری ژنتیکی سلول‌های یوکاریوتی مورد استفاده قرار گرفت (Lander ES: 2016).

**Clustered Regularly Interspaced Shorts Palindromic Repeats** است که معنای لفظی آن تناوب های کوتاه بالیندروم فاصله دار منظم خوش ای است. کریسپر بخشی از **DNA** پروکاریوت بوده که حاوی تناوب های کوتاه توالی های بنیادین است، کریسپر به نوعی سیستم اینمنی تطابق پذیر در باکتری ها است که آنها را قادر به کشف **DNA** ویروس کرده و بعد نابودشان می کند. بخشی از سیستم کریسپر، پروتئینی به نام **Cas** است که قابلیت جستجو، برش زدن و سرانجام استحالة **DNA** ویروس را به رو شی خاص دارد.

### رابطه فناوری کریسپر و برنامه های یوژنیک

فناوری کریسپر به دانشمندان اجازه می دهد، تغییراتی در **DNA** سلول ها ایجاد کنند. این فناوری که با نام کریسپر شناخته می شود، به دانشمندان امکان می دهد که بسیار دقیق تر و بهتر از همه روش های پیشین، هر ژن را در هر موجود زنده ای ویرایش و تغییرات لازم را در آن اعمال کنند. به زبان ساده، کریسپر به معنی بریدن و جدا کردن ژن معیوب از ترکیب ژنتیکی سلول است. این شیوه، سریع تر و ارزان تر از شیوه های رایج فعلی در ویرایش ژن است. به این ترتیب دانشمندان دریافتند این سیستم به آنها امکان می دهد با دقیقیتی بی سابقه، هر ژنی را در هر کدام از ۲۳ کروموزوم انسان تغییر دهن، بدون اینکه به جهش ژنتیکی نیاز باشد. کریسپر در واقع روشی دفاعی در سلول های پروکاریوتی است که سبب القای مقاومت به محتواهای ژنتیکی بیگانه مانند آنچه در پلازمید و یا فاژها وجود دارد، می شود. به پروتئین های دخیل در این مکانیزم **Crispr associated protein** گفته می شود که در نقش ایجاد کننده ای فاصله بین ژن های خاص عمل می کند. **Cas** می تواند توالی خاصی از یک ژن را شناسایی کرده و آن را برش دهد. کریسپر در تقریباً ۴۰ درصد باکتری ها و ۹۰ درصد آرکی باکتری ها وجود دارد، **Cas** در واقع پروتئینی با عملکرد آنزیمی است که می توان با توجه به این که نقش برش توالی ویژه ای از **DNA** باکتریایی را بر عهده دارد آن را نوکلئاز نامید (اعوانی، ۱۳۹۵، ۹۰). با کشف سیستم کریسپر، پتانسیل بسیار بالای آن برای هدایت عناصر مختلف به سمت هدف های ژنی آشکار شد. یکی از کاربردهای آن تغییر در میزان بیان ژن است به این صورت که یک عامل فعال کننده یا سرکوب کننده بیان ژن به سیستم کریسپر متصل می شود سپس با استفاده از **RNA** که برای هدف خاصی طراحی شده آن را به سمت ژن مورد نظر هدایت می کنند. مزیت این روش نسبت به دستکاری ژنی این است که در این روش دیگر جهشی ایجاد نمی شود و در نتیجه، کار ایمن تر و قابل برگشت است.

#### 1. CRISPR.

### گستره شناسی فناوری کریپت در ارتباط با جرم

پدیده مجرمانه، همواره در نظم عمومی جوامع بشری ایجاد اخلال کرده و امنیت جانی، مالی، معنوی، اقتصادی و سیاسی انسانها و دولت ها را در معرض خطر قرار داده است. واکنش جوامع در مقابل این پدیده ابتدا از طریق تدوین، وضع و اعمال روش ها و ابزارهای قهرآمیز و سرکوب گر با توصل به نهادهای مختلف حقوق کیفری ابراز می شود. سیاست جنایی در یک مفهوم گسترده، در قلمرو سیاست اجتماعی هر دولتی قرار گرفته و متحول می شود که در واقع مفهوم موسوع سیاست کیفری است. بدین ترتیب، سیاست کیفری، جزوی از سیاست جنایی تلقی می گردد (نجفی ابرندآبادی، علی حسین، ۱۳۷۴، ۳۲).

سابقاً، بر اساس بحث های نظری دانشمندان یوژنیک، این عقیده وجود داشت که فرزندان مجرمان، در بزرگسالی مرتکب جرم و رفتارهای ضداجتماعی می شوند و این ناهنجاری ها به ارث می رسد. هرچند در آن زمان ابزارهای زیست شناسی مولکولی و ژنتیکی و مشاهدات جدی بالینی وجود نداشت که این موضوع را ثابت کند، اما مشاهداتی موجود بود که بر اساس آنها دانشمندان معتقد به ارث بودن رفتارهای ضداجتماعی بودند. مانند این که در یک تحقیق، فرزندان یک دزد را از کودکی از مادر جدا و به خانواده یک بنا سپردند که با چهار فرزند او تربیت شود. با این وجود، در شانزده سالگی تمایل به رفتارهای ضد اجتماعی و حالت تجاوز به اشخاص در او مشاهده شد و در حین مستی به خواهر خوانده هشت ساله خود تجاوز کرد. به علاوه، بعدها نیز مرتکب دزدی گردید (شهیدی، جواد، ۱۳۳۸، ۱۴).

در مطالعه دیگری، در یک نمونه ۱۵۹ نفره، مقایسه فرزندان زندانیان به ویژه محکومان معتمد با فرزندخواندگان آنان، بر اثری بودن رفتارهای هنجارشکننه صحه گذاشت. این مطالعه نشان داد که ۴۷ درصد فرزندان پسر بالای ۱۸ سال این مجرمان نیز مرتکب جرم شدند و محکومیت جزایی یافتند که از این عده ۱۹ درصدشان مرتکب تکرار جرم (جرائم اعتیاد) گردیدند. اما فقط ۲۰ درصد فرزند خواندگان آنان، با وجود این که در محیطی یکسان با فرزندان واقعی مجرمان، یعنی در دامان همان مادران (همسران سابق محکومانی که پس از جدایی از محبوسان، خانواده جدیدی تشکیل دادند و دارای فرزند گردیدند)، تربیت و پرورش یافته بودند، محکومیت جزایی یافتند که از بین آنها ۴ درصد، مرتکب تکرار جرم (اعتیاد) شدند. (همان) در راستای همین تئوری، اقدامات متنوعی در قبال این افراد و افراد دیگری که از ناتوانی های جسمی و روانی رنج می برند، به این بهانه که این افراد هزینه هایی گراف بر جامعه بار می کنند و جامعه سالم، نیازمند افرادی بهنجار و قانونمند است، انجام شد که اغلب ناظر به حذف ژن این افراد بود. یکی از این موارد، عقیم سازی است که در وسعت بالایی انجام گرفت. برنامه های عقیم سازی در چندین ایالت آمریکا، آلبانی و اسکاندیناوی تا دهه ۱۹۷۰ ادامه یافت (Broberg, G & Tyden, M, 2005).

بیشترین چیزی که باعث تحریک یوژنیک منفی شد، قوانین عقیم سازی با مضمون اصلاح نزد بود. در اواخر دهه ۱۹۶۰، در بسیاری از ایالت‌آمریکا قوانین عقیم سازی تصویب شد، ایالتی که عمدتاً در آتلانتیک میانی بودند؛ به خصوص کالیفرنیا که بیشتر از سایر ایالت‌ها به این اقدام دست یازید. قوانین

مشابهی نیز در کانادا، در ایالات بریتانیا و آلبتا تصویب شد. این قوانین تقریباً در همه جا تصویب شدند. در عین حال، قوانین عمدهاً متوجه افراد فلچ جسمی یا ناتوان ذهنی، افراد فقیر و گروههای اقلیت بود؛ به طوریکه این گروهها تقریباً دو برابر سایر مردم عقیم‌سازی می‌شدند ( McLaren, 1990; Reilly, 1991; Kevles, 1998; Kline, 2001).

### ب) پیشگیری از جرم

#### ۱- مفهوم شناسی پیشگیری از جرم

جوامع بشری، همیشه در صدد پیشگیری و یا کنترل جرم بوده اند. امروزه نظامهای حقوقی کشورهای پیشرفته، پیشگیری از جرم را به عنوان رویکردی بهینه به رسمیت شناخته و در قالب برنامه‌های متنوع اجرا می‌کنند (بابایی و نجیبیان، ۱۳۹۰، ۱۴۸).

روزگاری، پیشگیری از جرم را در عقوبات‌های سخت بدنی و جانی تا مجازات‌های سالب آزادی طولانی مدت به همراه کارهای شاقه می‌یافتد، برای پیشگیری از جرم، شناسایی علل و عوامل مؤثر بر ارتکاب جرم از مهمترین اقدامات است، جرم شناسان برای پیشگیری از جرم انواع و اقسامی را تعریف کرده‌اند که هریک به نوعی در میزان بزه مؤثر است. به رغم شناخت جایگاه و اهمیت پیشگیری از جرم و با علم به اینکه پیشگیری از درمان بهتر است، کشور تاکنون از متولی مشخص و قانونمندی با توجه به تمام ابعاد و اقسام پیشگیری از جرم، محروم بوده است. همان‌گونه که اشاره شد، جرم محصول اجتماع است و به همین دلیل، نگرشی یک بعدی و صرف‌کیفری نمی‌تواند چشم انداز همه جانبه و مناسبی از این پدیده به وجود بیاورد. بررسی تاریخی مفهوم پیشگیری که ابتدا در حوزه پزشکی ظاهر شد، یعنی از خاستگاه تا تحولات اخیر، کار دشواری است. تاریخ امور اجتماعی، به خوبی شاهد سلامت، به حوزه امور اجتماعی می‌باشد. بنابراین، مفهوم انتقال مفاهیم بهداشت و پیشگیری از مدل سلامت عمومی سازمان بهداشت جهانی یعنی پیشگیری اولیه (مانع از ظهور و بروز بیماری)، دومن (شناخت و شناسایی اولین نشانه‌ها و مبارزه با آن) و سومین (مراقبت بر عواقب) الهام گرفته است (ابراهیمی، ۱۳۸۸، ۱۴۱).

محدوده اقدامات پیشگیرانه از جرم تا قبل از انقلاب به پیشگیری‌های انتظامی ختم می‌شد که شهریانی و ژاندارمری سابق به عمل می‌آورند. با پیروزی انقلاب اسلامی، مجلس خبرگان هنگام تصویب قانون اساسی، مسئولیت این امر را به قوه قضائیه سپرد. در کنار قوه قضائیه، سازمان‌هایی عمدهاً از قوه مجریه، طبق قوانین عادی، مسئولیت پیشگیری از جرم را به عهده گرفتند. اعتقاد بر این است که محدوده پیشگیری از جرم توسط قوه قضائیه، اعمال توسط دادگاههای دادگستری است. طبیعی است که قوای دیگر کشور منصرف از اقدامات قوه قضائیه، به امر پیشگیری از جرم پردازنند. پیشگیری در منابع فارسی به معنای رفع، جلوگیری، مانع شدن و از پیش مانع چیزی شدن تعریف شده است. اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از اتفاقات بد و ناخواسته و «جلو بستن» نیز معنا شده است (معین، ۱۳۸۹، ۹۳۳).

پیشگیری در لغت به معنای جلوگیری و دفع آمده است و پیشگیری کردن یعنی مانع شدن، در تعریف پیشگیری دو مفهوم موسع و مضيق مطرح شده است. در رویکرد موسع، مفهوم پیشگیری همه اقداماتی که در نهایت منجر به کاهش میزان بزهکاری شود را در بر می گیرد. اما در مفهوم مضيق، مجموعه وسائل و ابزارهایی است که دولت در جهت مهار بهتر بزهکاری و از طریق حذف یا محدود کردن عوامل جرمزا و اعمال مدیریت مناسب عوامل محیطی، فیزیکی و محیط اجتماعی، مورد استفاده قرار می دهد (ابراهیمی، همان، ۴۱).

پیشگیری، مجموعه اقدامها و تدابیری است که از پایه و اساس مانع وقوع جرم و فعلیت یافتن اندیشه جنایی می شود و با ریشه ها و علل پیدایی جرم مبارزه می کند. پیشگیری کیفری و غیر کیفری، اجتناب ناپذیر است و آنچه امروزه رویکردی جدید به چگونگی واپاش بزهکاری محسوب می شود، عبارت است از کلیه اقدامات فردی و عمومی به جز اعمال حقوق کیفری با هدف از بین بردن زمینه های مساعد برای ارتکاب اعمالی که جرم محسوب می شود. قرآن کریم به عنوان مهمترین و متفق ترین منع اسلامی به موضوع «پیشگیری از جرم» توجه ویژه ای دارد. هر چند که در قرآن به طور مستقیم کلمه «پیشگیری» به کار نرفته است؛ اما به شکل ضمنی، آیات فراوانی به این مسئله دلالت می کند، برای مثال: بیشتر آیات نهی از منکر، به نوعی انسان را از چیزی برحدار می دارند که این خود بی شک نوعی پیشگیری از وقوع گناه است؛ پس توجه به آموزه های اسلامی در جامعه اسلامی ما از اهمیت خاصی برخوردار است و بنابر گفته استادان حوزه علوم انسانی که آموزش و خودآگاهی را لازمه بینش و ساخت شخصیت می دانند، ایجاب می نماید که در وهله اول جهت مراقبت نفس و ترکیه، ضمن در نظر گرفتن وابستگی جامعه اسلامی به آموخته ها و فرهنگ و ارزش های دینی، با مطالعات و بررسی های دینی، مطالبی در این حوزه استخراج شود تا با توجه به علوم روز انسانی، بتوان از ترکیب آن جهت صیانت و پیشگیری، راهکارهایی ارائه نمود. گاهی اوقات انسان از نظر اجتماعی، اقتصادی، روانی، در چنان وضعیت غیرعادی و نامتعادلی قرار می گیرد که آگاهانه یا نا آگاهانه دست به ارتکاب جرم می زند، لذا باید افراد را در شرایط عادی تحت آموزش مستقیم و غیر مستقیم قرار داد و آنان را با نتایج زیان بار افعالی که ممکن است در هر یک از شرایط فوق عارض گردد آشنا ساخت تا از ارتکاب جرم خودداری نمایند. این نوع از پیشگیری مشتمل بر اقداماتی است که موجب از بین بردن یا کاهش دادن فرصت های مجرمانه می شود و یا از به وجود آمدن آنها جلوگیری می کند بدون اینکه به جرم یا مجرم اصلی توجه داشته باشد و قبل از این که هیچ گونه علائم و نشانه هایی از بزهکاری بروز کرده باشد. این روش عمدتاً متمایل به تفسیر اوضاع و احوال و شرایط جرم زای محیط فیزیکی و اجتماعی است (تولسلی، ۱۳۹۴، ۴۸).

پیشگیری از جرم شامل دسته ای از تدابیر جنایی است که می تواند به صورت قهر آمیز و یا غیر قهر آمیز به منظور کاهش میزان بزهکاری اتخاذ شود. به کاربردن روش های احتیاطی و کنترل و اقدامات پیشگیرانه در جلوگیری از ابتلای انسان به اختلال و ناهنجارها، پیشگیری است. به عبارت دیگر هر عملی که باعث

کاهش بزهکاری، خشونت، نامنی از طریق مشخص و حل کردن عوامل ایجاد کننده این مشکلات به روش علمی شود، پیشگیری از جرایم است (قاضی، ۱۳۸۷، ۳).

در علم جرم شناسی، پیشگیری عبارت است از:

مقابل تبهکاری رفتن با استفاده از فنون گوناگون علمی و نظری، مداخله در امور به منظور ممانعت از وقوع بزهکاری به شکل علمی. می‌توان گفت مراد از پیشگیری، هر فعالیت ناشی از سیاست جنایی است که غرض انحصاری آن، محدود کردن امکان پیشامد اعمال جنایی از راههایی گونگون می‌باشد؛ همچون غیر ممکن الوقع ساختن یا دشوار کردن احتمال وقوع آنهاست؛ بدون اینکه از تهدید به کیفر یا اجرای آن، استفاده شود. طبق بند ۵ اصل ۱۵۶ قانون اساسی یکی از وظایف قوه قضائیه «اقدام مناسب برای پیشگیری از وقوع جرم...» است. با توجه به تاریخ و شیوه‌های مبارزه بشر با پدیده جرم، جرم شناسان پیشگیری از جرم را به دو گونه پیشگیری کیفری و پیشگیری غیرکیفری تقسیم کرده‌اند، اصطلاح پیشگیری از جرم در معنای وسیع خود شامل اقدامات کیفری و غیرکیفری برای خنثی کردن عوامل ارتکاب جرم و کاهش بزهکاری می‌شود ولی در مفهوم مضيق پیشگیری فقط تدابیر غیرکیفری را شامل می‌شود (ساریخانی و سلطانی بهلوی، ۱۳۹۵، ۱۴۳-۱۴۵).

## ۲- گونه شناسی پیشگیری از جرم و گونه مرتبط با فناوری کریپتر Cas<sub>9</sub>- آنزیم

سیستم کریپتر انواع متنوعی دارد که بر حسب نوع آنزیم، آنها را طبقه‌بندی می‌کنند. سیستم CRISPR – Cas<sub>9</sub> در کلاس ۲ و نوع ۲ سیستم‌های کریپتر طبقه‌بندی می‌شود. آنزیم Cas<sub>9</sub> یک اندونکلئاز است که در باکتری‌های Lander ES: *s. pyogenes* و *s. thermophilus* مشاهده شده است (2016).

آنژیم Cas<sub>9</sub> را به زیر واحد شناسایی کننده هدف و زیر واحد نوکلئازی تقسیم بندی می‌کنند. لوب شناسایی کننده وظیفه شناسایی هدف را با استفاده از gRNA در شیاری دارای بار مثبت بر سطح آنزیم Cas<sub>9</sub> قرار می‌گیرد. لوب نوکلئازی وظیفه برش رشته هدف و رشته مقابله آن را دارد (Nishimasu H & et al: 2014).

سیستم Cas<sub>9</sub> را می‌توان در رنج وسیعی از دستکاری‌های ژنومی مورد استفاده قرار داد. به طور کلی دستکاری‌های ژنتیکی به کلیه فرآیندهایی گفته می‌شود که ژن‌هایی را درون سلول هدف گیری نموده و تغییر داد. دستکاری‌های ژنتیکی اساس بسیاری از فعالیت‌های علمی، بیوتکنولوژی، تأمین غذا و داروی انسان است (Hsu PD& et al: 2014).

تکنیک Cas<sub>9</sub> – CRISPR را می‌توان جهت حذف و اضافه های کوچک ژنومی، حذف‌ها یا بازآرایی‌های بزرگ (شامل واژگونی یا جابجایی)، فعل سازی ژن، تنظیم بیان ژن با تغییر آرایش هیستون‌ها

یا میلارسیون DNA و تعین مکان ژنومی یک لوکوس خاص با استفاده از پروتئین های فلورسنت مورد استفاده قرار داد (Sander JD, Joung JK: 2014).

## ۲-۲- قابلیت CRISPR – Cas در هدف گیری بیماری های ژنتیکی

گرچه Cas به طور وسیعی به عنوان یک ابزار تحقیقاتی مورد استفاده قرار می گیرد، می توان از آن به عنوان یک وسیله برای هدف گیری بیماری های ژنتیکی نیز استفاده نمود. به طور کلی تکنیک CRISPR – Cas را برای ویرایش ژنومی بیماری هایی می توان مورد استفاده قرار داد که در آن ها نیاز به ویرایش یک آلل وجود داشته باشد. استفاده از این تکنیک برای بیماری های نیازمند تصحیح دو آلل کارایی کمتری دارد (Ye L, Wang J & et al: 2014).

با وجود تمامی این مسائل، حصول موفقیت های اخیر CRISPR – Cas در اصلاح ژن، آینده روشنی را برای استفاده از این تکنیک در درمان بیماری های ژنتیکی به تصویر می کشد (Dai W & et al: 2016).

## ۲-۳- مکانیزم ویرایش

ابتدا پس از رسانش آنزیم Cas، با RNA مصنوعی ساخته شده به دست انسان که توالی آن کاملاً مشخص است تشکیل کمپلکس می دهد. در نتیجه با حضور این آنزیم ژنوم از نواحی خاصی بریده شده و در نتیجه ژنوم قبلی از وجود ژن بیمار عاری می شود. به عبارتی این روش ویرایش شامل دو نوع مولکول و جزء اصلی است که عبارتند از آنزیم ها و قطعاتی از DNA. آنزیم دخیل در این مکانیزم همانطور که گفته شد Cas نام دارد که می تواند بخش های خاصی از Double Strand DNA مولکول را بشناسایی و قطع کند، لذا تکه های DNA جدید مورد نظر در آن تا جهی قرار گرفته و یا حذف شود. تکه هایی از RNA که آنها را gRNA Guid RNA می نامند از بخش های ویژه ای ساخته شده اند. بدین صورت که در ابتدا یک RNA با آرایش از پیش طراحی شده در داخل یک داربست از جنس RNA قرار می گیرد. این داربست با بخش خاصی از DNA کمپلکس تشکیل داده و سپس بخش از پیش طراحی شده آن سبب فرخوانی آنزیم CAS می شود. در نتیجه این اتفاق DNA به CAS متصل می شود و آن را برش می دهد، مکانیزم بدن به این آسیب اگاه شده و در صدد رفع و ترمیم آن بر می آید. در نتیجه بدن به واسطه این سیستم شناسایی خود را اصلاح کرده و ابراد ژنتیکی برطرف می شود. دانشمندان از تطبیق این سیستم برای حیوانات و انسان ها استفاده کرده اند تا بتوانند توالی خاصی را ویرایش کنند (اعوانی، فرزانه، ۹۰، ۱۳۹۵).

**۴-۲- تغییر در بیان ژن**

با کشف سیستم کریسپر که می‌توانند منحصرآیک نقطه خاص در ژنوم را هدف قرار دهد این امکان برای محققین فراهم شده که به منظور تغییر در بیان یک ژن، فاکتورهای رونویسی را به طور اختصاصی به سمت آن ژن هدایت کنند.

**۴-۳- کاهش بیان ژن**

اولین نتایج موفق از کاهش بیان ژن با استفاده از **dCas9** در **E. Coil** مشاهده شد. یکی از ساده‌ترین روش‌های خاموش کردن ژن این است که **gRNA** را به گونه‌ای انتخاب کنیم که **dCas9** در پایین دست نقطه آغاز رونویسی قرار بگیرد و بدین صورت از مرحله طویل سازی رونویسی توسط **RNA** پلی مراز جلوگیری می‌کند (Larson MH & et al: 2013). به این نوع از سیستم کریسپر که سبب مهار بیان ژن می‌شود **CRISPRi (CRISPR interference)** می‌گویند (Gilbert LA & et al: 2013).

**۴-۴- افزایش بیان ژن**

در یکی از روش‌های ساده برای افزایش بیان ژن در **E. coil** **dCas9** متصصل کردنده که اجازه مونتاژ هولوآنزیم را در محل پرموتور ژن هدف می‌دهد (Bikard D & et al: 2013).

برای افزایش بیان ژن در سلول‌های پستانداران از عوامل فعال کننده رونویسی از قبیل **Vp64** - کمپلکس حاصل از اتصال ۴ پروتئین **Vp16** - و سایر عوامل فعال کننده رونویسی استفاده می‌کنند. برای افزایش **Farzadfar F** پروتئین متصصل می‌کنند (Gao X & et al: 2014) (& et al: 2013).

قابل ذکر است که امروزه از فناوری کریسپر برای درمان موارد متعددی از بیماری‌های ژنتیکی مانند انواع سرطان‌ها، هپاتیت ب و حتی کلسیترول بالا استفاده می‌شود. بسیاری از موارد عنوان شده برای کاربرد این فناوری، اصلاح و دستکاری محتواهای ژنوم سلول‌های سوماتیک است اما از موارد ویژه‌ای که به آن توجه خاصی معطوف شده است می‌توان به ویرایش محتواهای ژنتیکی رده‌های جنینی و نیز سلول‌های زایا اشاره کرد (اعوانی، پیشین، ۹۱).

**بند دوم: نقش پیشگیرانه فناوری کریسپر از جرم**

این علم، موضوعی است که برای جرم شناسان جذابیت زیادی در بردارد، هر چند به نظر می‌رسد که هیچ یک از جرم شناسان تاکنون با آن مواجه نشده‌اند. جنایتکاران عناصر زیان آور در نژاد - افرادی که از

دیدگاه اجتماعی فاقد سازگاری هستند - به ویژه هنگامی که آنها در طبقه بندی فری جزء دسته های مجرمان متولد شده و جنایتکاران جنون آمیز قرار می گیرند و یا در طبقه بندی زوستاندزوربرچر (مردانی با شخصیت جنایی) ۲ پیرو تعالیم فون لیست هستند. اگر آموزه های آن تنها بر اساس قانون و راثت (مندل و گالتون و همکاران) باشد، در آن صورت طبیعی است که تقاضای اقدامات لازم برای جلوگیری از تولید مثل کسانی که مرتكب جنایت شده اند و از عناصر نژادی زیان آور به وجود آمده اند به طوری که ممکن است آنها با گرایشات جنایی به نسل آینده اجتماع منتقل می شوند. وراثت، موضوع بحث های بسیاری است و تردیدهای جدی بر مبنای قوانین آن به وجود می آیند، به ویژه در مورد انتقال ویژگی های ذهنی و اخلاقی. در حال حاضر یک علم که از روش های مثبت حمایت می کند و باید با استفاده از این روش ها اقدام کند، نمی تواند چنین پایه ای سستی مانند قوانین و راثت بسازد. در نتیجه این را بیشتر در مقابل عمل عقیم سازی می توان گفت. طبق این دیدگاه، یوژنیک علمی است که به بهبود ویژگی های فیزیکی و روانی نزاد کمک می کند، با استفاده از تمامی ابزارهایی که تحقیقات تجربی مناسب ترین آنها را نشان می دهد و ما معتقدیم که وظیفه آن تحول آوری نیست بلکه دگرگونی و سازگاری نهادهای موجود برای رسیدن به اهداف است. یکی از نهادهای اجتماعی که باید با این اهداف سازگار باشد، مجازات است. مجازات؛ آن طور که در حال حاضر اداره می شود، به طور کامل به ویژگی های جسمی و ذهنی مجرم آسیب می رساند، فردی که اصلاحات و سازگاری مفید آن با محیط نرم ال جامعه، باید همیشه در نظر باشد. (Gilling, D., 1994)

استقرار مجازات جایی است که رنج فیزیکی و روحی را در بر می گیرد که متغیر است با مقاومت درونی و حساسیت اخلاقی محکوم. علاوه بر این، آسیب های ضد اصلاح نژادی، تنها بر فردی که مستقیماً دستخوش آن است، اثر نمی گذارد بلکه بر خویشاوندان و خانواده اش نیز اثر می گذارد. اغلب این افراد به شدت بیشتر از خود محکومین رنج می بینند و از طریق فشار اقتصادی، راهنمایی خواستن، نیاز به محبت، آنها را در معرض تخریب قرار می دهند، بدون قدرت مقاومت در برابر سرقت، زنا و فحشا از یک سو، در مواجهه با بیماری و نالمیدی از سوی دیگر. در حال حاضر، یوژنیک نیازمند این است که مجازات به عنوان یک آسیب برای یک دوره ثابت، اعمال شود که با توجه به رفتار متخلص، در مدت زمان متفاوت باشد و قطعاً این نوع از آسیب در حکم نامشخصی یافت می شود، که اگرچه با انتقاد شدیدی مواجه شده است، اما نتایج خوبی در ایالت اتحادیه آمریکا داشته است، جایی که این نوع مجازات به تصویب رسیده است. این ایده منطقی به نظر می رسد؛ همه چیز بستگی به یافتن بهترین راه کارهای اجرایی ساختن آن در عمل دارد. در طول آخرین ربع قرن، مبارزه علیه جرم و جنایت بیش از همیشه در کانون توجه تمام کشورهای متقدم قرار گرفته است. در حال حاضر، هر حمله ای که به واسطه وضعیت مدنی بر ضد جنایت هدایت می شود، گامی به سوی توافق با ایده ال به نژادی است. جنایات به دو روش متدائل به طور غیرقانونی و ضد به نژادی

انجام می‌شود؛ اول، گرایش به ارتکاب جرم<sup>۴</sup> می‌تواند به صورت موروئی منتقل شود، و دوم، با داشتن پدر و مادر جنایی، لزوماً یک محیط جنایی مهیا می‌شود که در آن این گرایش با تخصیص خود به خودی تحریکات و عادات جنایی افزایش می‌یابد. اما علاوه بر جرم و جنایت، فرومایگی خاص و هوشمندانه‌ای وجود دارد که، در پوشش صداقت، اغلب توأم با تنبیه ناپذیری فرد مجرم، آسیب جدی‌تری به قربانی خود نسبت به جرم واقعی وارد می‌کند. در این موارد نیز به طور طبیعی، محیط جنایی خطرناکی برای نسل بعد ایجاد شده است. مانند جرم و جنایت، این "سرزمین جنایی" باید به نام به نژادی و به ویژه در راستای این دو خط شناخته شود؛ اولاً: اقدامات خاصی که امروزه غیرقابل مجازات هستند، برای مثال، انواع خاصی از تقلب‌های تجاری، باید به عنوان جنایات طبقه‌بندی شوند و این مسئله باید موضوع هدف تدبیر شدید قانونی باشد و مجازات آن‌ها باید تا حد امکان به سمت افزایش میزان اعتماد و وفاداری در امور تجاری هدایت شود. ثانیاً: جدای از مجازات، باید از تمامی این تدبیر، برنامه کاربردی ایجاد شود (بهبود اقتصادی، آموزش اخلاقی و نظایر آن) که هدف آن محدود کردن سرمایه‌گذاری و ابتکار فردی درون محدوده‌های مفید صداقت اجتماعی است. بنابراین با در نظر گرفتن رابطه بین فلسفه به نژادی و جنایت، باید خاطرنشان کرد که قانون مجازات تفوق گروهی از تدبیر و اقدامات اصلاح نژادی است. زیرا این قانون، صرفاً حافظ منافع و احساسات معینی است که برای رفاه و توسعه نژاد ضروری است. از این رو، قانون مجازات یک ابزار به نژادی است، هر چند تا به امروز، از این عملکرد آگاه نبوده است و با پیروی از نتایج علم به نژادی، این قانون می‌تواند در آینده‌ای نه چندان دور پس از انجام اصلاح جسمی و روانی نژاد مورد نظر، دایره جرائم را گسترش دهد و یا محدود کند. (Battaglini, G., 1994, 6)

بنابراین می‌توان گفت که یوژنیک، جنبشی است علمی که با حذف ژن‌های نامطلوب و تکثیر ژن‌های مطلوب در صدد اصلاح نژاد انسان است و می‌تواند موجب افزایش فراوانی ژن‌های خوب اجتماعی و کاهش فراوانی ژن‌های بد اجتماعی شود. (Vermeiren, R. 2003, 227). با توجه به صرف سرمایه‌های هنگفت مالی و انسانی برای ایجاد پرورشگاه‌ها، زندان‌ها، نیروهای مجهر آموزش یافته پلیس، دادگاه‌های تخصصی، اعمال انواع مجازاتها و سایر امور، ذکر این نکته حائز اهمیت می‌باشد که اصلاح ژن و به کارگیری فناوری کریسپر می‌تواند در پیشگیری از جرم نقش مؤثری داشته باشد، و همچنین می‌توان گفت که، بشریت دیر یا زود به مرحله استفاده رایج و عمومی از این فناوری در حل مشکلات زیستی، شخصیتی و رفتاری خود خواهد رسید، اما مهم آن است که دیر نشود و فرصت از دست نرود، البته با رعایت ملاحظات اخلاقی.

<sup>4</sup>- le penchant au crime

### نتیجه گیری

همان گونه که اشاره شد، ریشه رفتارهای نابهنجار انسانی به نسبت بسیار چشمگیری، در ساختار ژنتیک انسان نهفته است که می توان آن را با دخالت بشر کاهش داد. در نتیجه با دستکاری در ساختار ژنتیک انسان و اصلاح ژن بشر، می توان به انسانی دست یافت که دارای صفات مطلوب اخلاقی و الهی باشد یا حداقل دارای ویژگی هایی در ژن هایی باشد که از درصد و احتمال بالایی در بهره مندی از صفات و ویژگی های مطلوب و ارزشمند عقلانی و اخلاقی و الهی برخوردار باشد و کمتر دچار رفتارهای نابهنجار شوند که خودشان و دیگران را آزار می دهد و باعث می شود دائماً در ناراحتی و اندوه ناشی از این رفتارهای غیر اختیاری، مانند معلولیت ها و نقص های مادرزادی و عقب ماندگی های ذهنی، معذب باشند یا دائماً به خاطر اشتباهات اخلاقی و بزهکاری های اجتماعی ناشی از سوء اختيار، مانند جنایت ها و قتل ها و دزدی ها، ملامت شوند. انکار تأثیر اساسی ساختار ژنتیکی آدمی در ایجاد رفتارهای نابهنجار انسانی، اعم از رفتارهای نابهنجار طبیعی (مریبوط به معلولیت های بدنی و ذهنی و نواقص جسمانی) و رفتارهای نابهنجار اخلاقی (ردایل اخلاقی و ایجاد نابهنجاری های اجتماعی) چیزی جز دور شدن از راه حل اساسی در مورد آن برای ما به ارمغان نمی آورد. در حال حاضر، پتانسیل سیستم کریسپر - کس به عنوان یک فناوری اصلاح ژن انکار ناپذیر می باشد. همانطور که پیشتر ذکر شد، این فناوری شاهد موفقیت هایی در خصوص درمان های ممکن برای سرطان و ایجاد حیوانات مقاوم در برابر بیماری بوده است و نوید یک جایگزین برای آنتی بیوتیک ها را نیز می دهد. این فعالیت های جدید به آینده مورد انتظار برای کریسپر افزوده می شوند و نیز یک گام مهم در راه دستیابی به تولد یک انسان اصلاح شده از نظر ژنتیکی، خواهد بود. هیچ چیز در حال حاضر کامل و بدون مشکل نیست، ولی تحقیقات نشان می دهد که در دستکاری ژنتیکی، به پیشرفت های خوبی دست پیدا کرده ایم؛ طوری که تصور دنیابی پر از انسان های مهندسی شده و بدون بیماری، دیگر موضوعی علمی - تخیلی به نظر نمی رسد. به طور کلی می توان این چنین بیان نمود که، کریسپر تکنولوژی قدرتمندی است که توانایی ما در کنترل، تغییر و شناسایی ژن ها را بشدت افزایش داده است. یکی از مهم ترین ویژگی های کریسپر دستکاری همزمان چند ژن است کاری که تا پیش از این بسیار مشکل بود اما با کریسپر این فرآیند بسیار ساده تر شده است. در کل کریسپر تحول عظیمی در دنیا مهندسی ژنتیک ایجاد کرده است و ابزار قدرتمندی را در اختیار دانشمندان قرار می دهد تا با سرعت و دقیق بیشتری نسبت به گذشته به مطالعه ژن ها و برهمکنش های آن ها با یکدیگر پردازند. چه خوب چه بد، کریسپر<sup>9</sup> در حال تغییر دادن علم زیست شناسی است؛ و ما در حال حاضر در سپیده دم این عصر ویرایش ژنتیکی هستیم. با توجه به توضیحاتی که ارائه شد، در می یابیم که با فناوری جدید کریسپر (قیچی ژنتیکی)، می توان به دستکاری و اصلاح ژن های معیوب پرداخت و ژن های سالم را جایگزین آنها کرد، چه این ژن، مسؤول انتقال بیماری باشد و چه مسؤول انتقال صفات نابهنجار رفتاری و اخلاقی، از جمله خشونت و اختلالات روانی و... بدین ترتیب می تواند راهکار مناسبی جهت پیشگیری از جرم در آینده نیز

محسوب شود. اما همانطور که بیان شد، اصلاح ژن هنوز در مراحل کودکی خود قرار دارد، بنابراین اگرچه این کوشش مقدماتی در بسیاری از موارد، ایمن و مؤثر نشان داده، این امری حیاتی است که ما کار را با نهایت احتیاط در آینده دنبال کنیم و بیشترین توجه را به ملاحظات اخلاقی و کرامت انسانی، داشته باشیم.

### فهرست منابع و مأخذ

#### الف) منابع فارسی

- ابراهیمی، شهرام، «رویکردهای موسوع و مضيق پیشگیری و آثار آن»، مجله تخصصی دانشگاه علوم اسلامی رضوی، شماره ۱۲، ۱۳۸۸.
- اعوانی، فرزانه، «کریسپر؛ روشی برای ویرایش محتواه ژنوم»، دانشگاه صنعتی امیرکبیر پایی تکنیک تهران، مهندسی نظام پژوهشی، شماره ۱۹۱، ۱۳۹۵.
- بابایی، محمدعلی ونجیسان، علی، «چالش های پیشگیری وضعی از جرم»، مجله حقوقی دادگستری، شماره ۷۵، ۱۳۹۰.
- توسلی، محمدحسن و صادقی، محمدامین، «آموزه های اسلامی پیشگیری از جرم»، مجله بصیرت و تربیت اسلامی، سال ۱۲، شماره ۳۲، ۱۳۹۴.
- خالقی کسی، جواد و دیگران، «بررسی ضوابط شرعی و احکام فقهی یوژنیک یا علم اصلاح نژاد انسان»، دومنی همایش بررسی ضوابط شرعی در پژوهشی، ۱۳۹۱.
- دین هامر، پیتر کابلند، «نقش ژنها در شکل گیری شخصیت»، ترجمه: علی متولی زاده اردکانی، انتشارات چهر، ۱۳۸۲.
- ساریخانی، عادل و سلطانی بهلوانی، مریم، «نقش قوه مجریه در پیشگیری اجتماعی از جرم»، مجله حقوقی دادگستری، سال ۸۰، شماره ۹۴، ۱۳۹۵.
- شهیدی، جواد، «اثر عامل وراثت و محیط در ارتکاب جرائم»، کانون وکلا، شماره ۶۴، فروردین و اردیبهشت، ۱۳۳۸.
- غفاری، سعیدرضا، درس های ژنتیک برای کارشناسان نظام سلامت، تهران: انتشارات اندیشه سراء، ۱۳۸۵.
- قاضی، حمید، پیشگیری از جرم و اقدامات تقینی مرتبط، دانشگاه علوم انتظامی، ۱۳۸۷.
- معین، محمد، فرهنگ فارسی معین، انتشارات بهزاد، ۱۳۸۹.
- نجفی ابرند آبادی، علی حسین، جرم شناسی، تحقیقات حقوقی، شماره ۱۸، ۱۳۷۴.

#### ب) منابع انگلیسی

- Bikard D, Jiang W, Samai P, Hochschild A, Zhang F, Marraffini LA: Programmable repression and activation of bacterial gene expression using an engineered CRISPR-Cas system. Nucleic acids research 2013, 41(15):7429-7437.
- Dai W-J, Zhu L-Y, Yan Z-Y, Xu Y, Wang Q-L, Lu X-J. CRISPR-Cas 9 for in vivo gene therapy: promise and hurdles. Molecular Therapy-Nucleic Acids. 2016;5:e349.

- Farzadfar F, Perli SD, Lu TK: Tunable and multifunctional eukaryotic transcription factors based on CRISPR/Cas. ACS synthetic biology 2013, 2(10): 604.
- Gao X, Tsang JC, Gaba F, Wu D, Lu L, Liu P: Comparison of TALE designer transcription factors and the CRISPR/dCas 9 in regulation of gene expression by targeting enhancers. Nucleic acids research 2014, 42(20):e155.
- Gilbert LA, Larson MH, Morsut L, Liu Z, Brar GA, Torres SE, Stern-Ginossar N, Brandman O, Whitehead EH, Doudna JA: CRISPR-mediated modular RNA-guided regulation of transcription in eukaryotes. Cell 2013, 154(2): 442-451.
- Hsu PD, Lander ES, Zhang F. Development and applications of CRISPR-Cas9 for genome engineering. Cell. 2014;157 (6): 1262-78.
- Kevles, D. J. (1998), Eugenics in North America. In: Essays in the history of eugenics (ed. R. A. Peel), pp. 208 -226. London: Galton Institute.
- Kline, w. (2001), Building a better race: Gender, sexuality, and eugenics from the turn of the century to the baby boom. Berkeley, CA: University of California Press.
- Lander ES: The heroes of CRISPR. Cell 2016, 164(1):18-28
- Larson MH, Gilbert LA, Wang X, Lim WA, Weissman JS, Qi LS: CRISPR interference (CRISPRi) for sequence-specific control of gene expression. Nature protocols 2013, 8(11):2180-2196.
- McLaren, A. (1990), Our Own Master Race: Eugenics in Canada, 1885-1945. Toronto: Oxford University press.
- McLaren, A. (1990), Our Own Master Race: Eugenics in Canada, 1885-1945. Toronto: McClelland & Stewart.
- Nishimasu H, Ran FA, Hsu PD, Konermann S, Shehata SI, Dohmae N, Ishitani R, Zhang F, Nureki O: Crystal structure of Cas9 in complex with guide RNA and target DNA. Cell 2014, 156(5):935-949.
- Reilly, p. (1991), The Surgical Solution: A history of involuntary sterilization in the United States. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Sander JD, Joung JK. CRISPR-Cas systems for editing, regulating and targeting genomes. Nature biotechnology. 2014;32 (4): 347-55.
- Ye L, Wang J, Beyer AI, Teque F, Cradick TJ, Qi Z, et al. Seamless modification of wild-type induced pluripotent stem cells to the natural CCR5Δ 32 mutation confers resistance to HIV infection. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014;111 (26):9591-6.
- Battaglini. G. (1994). Journal of Criminal Law Criminology Eugenics and the Criminal Law, 5(1). P1-15.
- Broberg, G, Tyden, M, (2005), Who became the other? Gender in the implementation of the sterilization laws. Michigan state university press.

- Gilling, D. (1994), Multi-Agency Crime Prevention in Britain: The Problem of Combining Situational and Social Strategies, in Clarke, R. V. (Eds), Crime Prevention Studies, Vol. 3, Criminal Justice Press, Monsey, NY.
- Vermeiren, R. (2003), Psychopathology and delinquency in adolescents: descriptive and developmental perspective. Clinical Psychology Review, 23, 277-318.

