

ملاحظات اخلاقی در فناوری‌های نوین ژنتیک با نگاه ویژه به محصولات تراریخته

سعیده سعیدی تهرانی^{۱*}، علیرضا پارساپور^۲، باقر لاریجانی^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۵

تاریخ انتشار: ۹۵/۵/۱۶

مقاله‌ی مروری

چکیده

تحقیقات ژنتیکی در ابتدا عموماً برغربال‌گری و تشخیص برخی بیماری‌های شناخته شده‌ی ارثی متمرکز بود. بعد از تکمیل پروژه‌ی ژنوم انسان، مطالعات به تشخیص و درمان بیماری‌های غیرواگیر و سلامت عمومی پرداخت؛ سپس در شکل جدید فناوری‌های ژنتیک علاوه بر تشخیص و درمان بیماری‌های ژنتیکی، تولید داروهای نو ترکیب، تقویت ژنتیکی، ایجاد ارگانیسم‌های تغییر یافته‌ی ژنتیکی و استفاده از آن مدنظر قرار گرفت. موجودات تراریخته، نقطه‌ی عطف این قبیل نوآوری‌ها است. این موجودات دارای ترکیبات ژنتیک متفاوت هستند که توسط علم بیوتکنولوژی ایجاد شده‌اند. در سال‌های اخیر، استفاده از این فرآورده‌ها به‌خصوص در زمینه‌ی مسائل کشاورزی و دامداری رایج شده است. در دنیای امروز به دلیل کمبود منابع برای رهایی از فقر و گرسنگی، بشر ناگزیر به استفاده از فناوری در مصارف گوناگون شده است. تغییرات ژنتیکی باعث افزایش تولیدات کشاورزی، دامداری، برخی از داروها، واکسن و مصارف گوناگون می‌شود. علی‌رغم سودهایی که مهندسی ژنتیک و تولید این موجودات می‌توانند برای انسان داشته باشند، این تغییرات ممکن است خطراتی نیز داشته باشند و از طرفی ممکن است نگرانی‌های اخلاقی در ارتباط با کاربرد این فناوری وجود داشته باشد. در این مطالعه‌ی مروری سعی شده است که مباحث اخلاقی پیرامون استفاده از این فناوری مطرح شوند و از منظر چهار اصل اخلاق زیستی مورد واکاوی قرار گیرند. برای این منظور، ابتدا کلیدواژه‌ها در منابع علمی جست‌وجو و پس از طبقه‌بندی و دسته‌بندی اطلاعات، ملاحظات اخلاقی از منظر چهار اصل اخلاق زیستی واکاوی شد. در بخش نتایج، ابتدا در رابطه با سود و خیری که این محصولات برای مردم جهان دارد و کمکی که به حفظ منابع محدود در زمینه‌های مختلف دارند اشاره می‌شود و سپس، آسیب‌هایی که ممکن است در زمینه‌های مختلف وارد کنند مورد اشاره قرار می‌گیرند، ملاحظات مربوط به تولید انبوه و مصرف عمومی آن توسط مردم از قبیل احترام به اتونومی افراد، اطلاع‌رسانی کافی مبنی بر فواید و مضرات این محصولات، نوع برچسب‌گذاری آن‌ها پرداخته می‌شود و در پایان به بحث عدالت و ارزیابی کلی فواید و زیان‌ها و میزان هزینه اتربخشی آن در جامعه می‌پردازد. **واژگان کلیدی:** مهندسی ژنتیک، موجودات تراریخته، اخلاق در فناوری‌های نوین ژنتیکی، اصول اخلاق زیستی

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی اخلاق پزشکی، مرکز تحقیقات اخلاق و تاریخ پزشکی؛ گروه اخلاق پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
تهران، ایران
Email: s.saeeditehrani@yahoo.com

^۲ استادیار، مرکز تحقیقات اخلاق و تاریخ پزشکی؛ گروه اخلاق پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
Email: aliparsa.tums.ac.ir

^۳ استاد، مرکز تحقیقات اخلاق و تاریخ پزشکی؛ گروه اخلاق پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
Email: larijani@tums.ac.ir

* نویسنده مسئول: تهران، بلوار کشاورز، خیابان ۱۶ آذر، پلاک ۲۳، مرکز تحقیقات اخلاق و تاریخ پزشکی، تلفن: ۶۶۴۱۹۶۶۱
Email: s.saeeditehrani@yahoo.com

مقدمه

تحقیقات ژنتیکی در ابتدا عموماً بر پایه‌ی غربال‌گری و تشخیص برخی بیماری‌های شناخته شده‌ی ارثی متمرکز بود. بعد از تکمیل پروژه‌ی ژنوم انسان و پیشرفت‌های گسترده در روش‌های توالی‌یابی و آنالیز داده‌ها، مطالعات به سمت مبنای تشخیصی و درمان بسیاری از بیماری‌های غیرواگیر که سلامت عمومی را درگیر می‌کرد، پرداخت و در این عرصه نیز موفقیت‌هایی کسب نمود. اما در شکل جدید فناوری‌های نوین ژنتیک علاوه بر تشخیص و درمان بیماری‌های ژنتیکی، به تولید داروهای نوترکیب، تقویت ژنتیکی، ایجاد ارگانیسم‌های تغییر یافته‌ی ژنتیکی و استفاده از محصولات آن نیز پرداخته شده است. تولید موجودات تراریخته، نقطه‌ی عطف این دست نوآوری‌هاست (۱، ۲).

موجودات تراریخته به ارگانیسم‌هایی گفته می‌شود که دارای ترکیبات ژنتیک متفاوت هستند که توسط علم بیوتکنولوژی و دست‌کاری‌های انسانی ایجاد شده‌اند. این موجودات می‌توانند شامل ویروس، باکتری، حشرات، حیوانات آزمایشگاهی و دانه‌ها یا بذره‌های گیاهان باشند و به غذاها و فرآورده‌های خوراکی که این‌گونه به‌دست می‌آیند نیز اطلاق می‌شوند (۳، ۴).

در جهان امروزی، بشر برای تأمین منابع غذایی و مصرفی خویش دچار مشکلات عدیده‌ای است و جمعیت کل دنیا تا سال ۲۰۵۰ میلادی به ۳/۹ بلیون نفر خواهد رسید. آمارها نشان می‌دهند که بیش از ۹۰۰۰۰۰۰۰۰ میلیون انسان دچار فقر تغذیه‌ای هستند (۵، ۶) و مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۰ میلادی نشان داد با این روند افزایش جمعیت جهان تا سال ۲۰۴۰ میلادی، باید منابع غذایی ۴۰ درصد افزایش یابند و این در حالی است که منابع محدود کره‌ی خاکی نیز رو به اتمام و روز به روز از میزان زمین‌های حاصل‌خیز و منابع آبی کاسته

می‌شود (۷). در این شرایط، بشر و پیشرفت‌های تکنولوژی به‌دنبال دستیابی به راه حلی برای رهایی از فقر و گرسنگی است و در این راستا، فناوری‌های ژنتیکی و علم بیوتکنولوژی سعی در حل این مشکلات داشته‌اند که یکی از این راه‌ها، تولید موجودات تراریخته است (۸). در سال‌های اخیر، استفاده از این فرآورده‌ها به خصوص در زمینه‌ی مسائل کشاورزی و دامداری رایج شده است. در دنیای امروز به دلیل کمبود منابع برای رهایی از فقر و گرسنگی، بشر ناگزیر به استفاده از تکنولوژی در مصارف گوناگون شده است و در این راستا، مهندسی ژنتیک می‌تواند باعث افزایش تولیدات کشاورزی و دامداری و ایجاد برخی از انواع داروها و برخی واکسن‌ها شود و مصارف گوناگونی دارد.

علی‌رغم سودهایی که مهندسی ژنتیک و تولید این موجودات می‌تواند برای انسان داشته باشد، این تغییرات ممکن است خطراتی نیز برای انسان، موجود تغییر یافته، محیط زیست و اکوسیستم ایجاد کند. از طرفی، نگرانی‌های اخلاقی در ارتباط با کاربرد این تکنولوژی و نقض حقوق انسان و حیوانات وجود دارد.

از آنجایی که این مسأله‌ی مهم به‌طور مستقیم بر روی سلامت عمومی مردم تأثیر دارد، ارائه‌دهندگان خدمت باید با دقت به ارزیابی سود و زیان مسأله بپردازند و چالش‌های اخلاقی در این زمینه را بررسی و حل و فصل کنند. هر تکنولوژی جدیدی در بدو ورود برای انجام رسالت خود، ناگزیر به در نظر گرفتن ملاحظات اخلاقی است و این فناوری نیز، در مقام تولید یا واردات و صادرات، باید به‌صورتی کارشناسانه و علمی مورد توجه قرار گیرد. شرط ابتدایی برای اخلاقی بودن، علمی و کارشناسانه بودن موضوع است. هدف این مقاله، طرح موضوع و توجه دادن افراد به این مهم و ارائه‌ی چارچوب‌های اخلاقی برای تصمیم‌سازی

شده است، مدل Beauchamp و Childress است که چهار اصل را به عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری اخلاقی در پزشکی و حوزه سلامت پیشنهاد کرده است. این چهار اصل عبارتند از: اتونومی، سودرسانی، عدم زیان رسانی و عدالت (۱۰).

سود رسانی

مزایای بهره‌مندی از محصولات تراریخته

• حفظ سرمایه و جلوگیری از فقر و گرسنگی

این محصولات به افزایش تولیدات کشاورزی کمک می‌کنند؛ به طوری که باعث کاهش مصرف سموم، کاهش هزینه تولید، کاهش قیمت مواد غذایی، افزایش عملکرد، کاهش بقایای سموم در دانه و قسمت‌های خوراکی و تأثیرات مثبت بر دامداری می‌شوند (۱۱).

در شرایط کنونی رشد جمعیت و با توجه به منابع محدود و در شرایطی که گرسنگی و فقر، حیات بشر را به مخاطره انداخته است، این محصولات کمک به‌سزایی در افزایش بهره‌روی و کاهش فقر خواهند داشت و این ابتدایی‌ترین توجهی بود که انسان‌ها برای این دست‌کاری‌های ژنتیکی یافتند (۱۳، ۱۲). به‌طور مثال، هل و برنج در هند، سیب زمینی ویتنام و موز در کنیا محصولاتی هستند که مردم این مناطق از طریق فروش آن‌ها، امرار معاش می‌کنند. سالانه مقدار زیادی از این محصولات دچار آفت شده و از بین می‌روند که این مسأله به‌طور جدی معاش مردم این مناطق را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حال با استفاده از ارگانسیم‌ها می‌توان از آفت‌زدگی این مواد جلوگیری کرد و این‌گونه، مردم مناطق محروم که خودشان نیز در گرسنگی و فقر هستند، سرمایه‌ی زندگی‌شان را از دست نمی‌دهند (۱۴).

• اثر بر سلامت انسان

برخی مطالعات نشان می‌دهند محصولاتی که حاصل فناوری ژنتیک هستند به دلیل استفاده نکردن از سموم شیمیایی سالم‌تر هستند. به‌طور مثال، کشت پنبه‌های تراریخته

اخلاقی در این رابطه است. لذا ابتدا به واکاوی مبحث از منظر چهار اصل اخلاق زیستی، که یکی از پذیرفته‌ترین اصول تصمیم‌سازی اخلاقی دنیاست، می‌پردازد و تلاش می‌کند تا چارچوب اخلاقی ارزیابی و تصمیم‌گیری در این مورد را بر مبنای چهار اصل اتونومی، سود رسانی، عدم ضرر و عدالت ارائه کند و سپس به تبیین منظر اسلامی آن، که بحث ضروری در گفتمان کشور اسلامی مان است، می‌پردازد.

روش کار

مطالعه‌ی مروری حاضر، در صدد روشن کردن تعریف، منافع، مضرات و چالش‌های اخلاقی پیرامون استفاده از فناوری‌های نوین ژنتیک، به‌طور خاص محصولات تراریخته، با استفاده از مدل تحلیلی اصول چهارگانه‌ی اخلاق زیستی است. این مطالعه در سال ۱۳۹۴ صورت گرفت و از آن‌جایی که موضوع بحث مربوط به ۴۰ سال اخیر است، لذا اطلاعات ۳۰ سال اخیر را برای ارزیابی انتخاب کرده و تلاش شد تا موضوع از منظر اخلاقی ارزیابی شود. بدین منظور، کلید واژه‌های مهندسی ژنتیک، موجودات تراریخته، اخلاق در فناوری‌های نوین ژنتیکی، اصول اخلاق زیستی به فارسی و انگلیسی در جست‌وجوگرها و سایت‌های علمی کتب و مجلات داخلی و خارجی معتبر جست‌وجو شدند و سپس مقالات و مطالب مربوط به موضوع انتخاب شدند.

تصمیم‌سازی اخلاقی

به منظور دستیابی به مبنایی برای تصمیم‌گیری اخلاقی در امور سلامت، نظریه‌پردازان اخلاق زیستی تلاش کرده‌اند که لیستی از وظایف اخلاقی اولیه را در قالب اصول اخلاقی ارائه کنند که صاحب‌نظران را در حل مشکلات اخلاقی‌شان یاری دهد. در واقع این اصول، شکلی از وظایف در نگاه نخست نظریه‌ی مشهور Ross در حل معضلات اخلاقی است که متناسب با هنجارهای حرفه‌ی پزشکی تدوین شده است (۹). یکی از معروفترین مدل‌های تحلیلی که در این باب ارائه

تعداد و تنوع حشرات مفید در امریکا و مزارع استرالیا داشته است (۱۹). در فیلیپین نیز ذرت‌های تراریخته اثر منفی بر تنوع و تعداد حشرات منطقه نداشته‌اند (۲۰). همچنین، استفاده از این محصولات منجر به پیشرفت خاک‌ورزی شده و یک میلیارد تن از خاک کشاورزی در طول سال حفظ می‌شود (۲۱).

ضرر نرساندن

از ابتدای ورود محصولات ژنتیکی به بازار، بحث مهم و چالش برانگیز اخلاقی حول محور ضررهای احتمالی این تکنولوژی پیشرفته بوده است.

• سلامت انسان

برخی مطالعات ضررهای احتمالی را بر روی سلامت انسان مطرح کرده‌اند (۲۳، ۲۲). بیش‌تر مطالعات حول محور آلرژی ناشی از این مواد بوده است (۲۵، ۲۴). به‌طور مثال، می‌توان از آلرژی به سویا در ۱۰ سال گذشته در امریکا و انگلیس (۲۶)، اپیدمی بیماری مورگان در امریکا (۲۷)، ابتلای روستاییان به آلرژی‌های پوستی به دنبال کار در مزارع پنبه یا ارتباط معنی‌دار بین استفاده از ذرت‌های حاصل از این فناوری و برانگیختگی ایمنی بدن در برخی مطالعات نام برد (۲۸، ۲۹).

برخی مطالعات، مقاومت آنتی‌بیوتیکی را در مصرف مداوم این نوع مواد اشاره کرده‌اند (۳۱، ۳۰). اگرچه احتمال انتقال ژن به این شیوه پایین است، با این وجود، تکنولوژی بدون استفاده از ژن‌های مقاومت توسط پانل تخصصی مشترک سازمان خواروبار جهانی و سازمان بهداشت جهانی توصیه شده است (۳۲).

• اثرات محیط زیست

محققان محیط زیست اثرات و مخاطرات احتمالی آن را از دو منظر تحلیل می‌کنند: الف) منظر اکوستریک (طبیعت محور ب)؛ انترپوستریک (انسان محور)^۱.

باعث کاهش خطر بروز مسمومیت ناشی از آفت‌کش‌ها برای کشاورزان خواهد شد و به نوعی سلامت کشاورزان حفظ می‌شود (۱۵).

• سودمندی برای محیط زیست

این محصولات باعث جلوگیری از اتلاف منابع می‌شود به‌طور مثال، در شرایط کنونی که ایران در شرایط بحران آب به‌سر می‌برد و از آنجایی که ۹۰ درصد آب مصرفی کشور برای مصارف کشاورزی است، این محصولات در کاهش مصرف آب و جلوگیری از به‌هدر رفتن آن تأثیر قابل توجهی دارند. ذرت و برنج نمونه‌هایی از محصولات زراعی هستند که از طریق بازسازی مولکولی، آب کم‌تری مصرف می‌کنند.

به‌علاوه، در بهره‌روی از این محصولات، آفت‌کش‌های شیمیایی کم‌تری استفاده می‌شوند که خود این امر نیز موجب حفاظت محیط زیست خواهد بود.

در مطالعه‌ای که به ارزیابی اثرات اقتصادی و زیست-محیطی این محصولات برای ۱۷ سال (۲۰۱۲-۱۹۹۶) پرداخته است، نشان داده شد که این محصولات باعث کاهش چشم‌گیر اسپری‌های حشره‌کش به میزان ۵۰۳ میلیون کیلوگرم در سال شده است. این مقدار نشان می‌دهد که این فناوری، استفاده از آفت‌کش را به میزان ۷/۱۸ درصد در سال کاهش می‌دهد. علاوه بر این نکته، کاهش مصرف اسپری حشره‌کش سبب کاهش انتشار گازهای گل‌خانه‌ای کشاورزی می‌شود و این مقدار، معادل حذف ۹/۱۱ میلیون خودرو از جاده‌ها است (۱۶). همچنین، استفاده از پنبه‌ی تراریخته در چین باعث کاهش مصرف ۷۸۰۰۰ تن از آفت‌کش‌ها در سال ۲۰۰۱ شده است (۱۷).

پس از تصویب این محصولات در ایالات متحده‌ی امریکا، مصرف آفت‌کش‌ها در سال ۲۰۰۳، ۶/۴۶ میلیون کیلوگرم کم‌تر شد (۱۸).

مطالعات نشان داده است که پنبه‌های تراریخته اثر مثبتی بر

^۱ Anthropocentric

برخی دیگر به مصرف مواد فناوری شده توسط حیوان بر می‌گردد. این سه قسم هر کدام به نوعی درگیر سود و زیان این فناوری نوین خواهند شد.

موضوع‌گیری متفاوتی در طی قرون مختلف نسبت به حقوق حیوانات وجود داشته است. به‌طور مثال، آگوستین حیوانات را صرفاً ابزاری برای استفاده‌ی انسان می‌داند؛ Rene Decart حیوانات را فاقد آگاهی و چیزی شبیه ماشین تصور می‌کرد و Imanuel Kant معتقد بود که انسان‌ها وظیفه‌ی مستقیمی در مقابل حیوانات ندارند، زیرا آن‌ها فاقد خودآگاهی هستند (۳۴). فلاسفه‌ی اخیر، نگرش متفاوت‌تری برای حقوق حیوانات قایل هستند، Peter Singer و Tom Regan برخی از حیوانات را دارای جایگاه اخلاقی می‌دانند.

حال آن‌که از نظر Paul Taylor همه‌ی موجودات زنده به‌نحوی غایت‌مند هستند، به این معنا که هر کدام آن‌ها به‌طور یگانه و به شیوه‌ی خاص خود در پی منافع خویش هستند. انسان‌ها ذاتاً برتر از سایر موجودات زنده نیستند و همه‌ی موجودات زنده، به‌طور یکسان و بدون رعایت سلسله مراتب، شایسته‌ی احترام و ارزشند (۳۵).

حال به تأثیرات تکنولوژی بر حیوانات می‌پردازیم. آن‌چه مسلم است در طی این فرآیند، حیوانات ممکن است آسیب ببینند و این موضوع از سه منظر ارزیابی می‌شود.

الف) حیوانات به‌عنوان مصرف‌کننده: تحقیقات نشان داده‌اند که برخی حیوانات به دلیل مصرف علوفه و محصولات فراوری‌شده، بیمار شده یا از بین می‌روند. موش‌هایی که از ذرت و سویای فناوری شده استفاده می‌کنند، مشکلات اسپرم و باروری پیدا می‌کنند. همچنین گاو، بز و خوک‌هایی که این محصولات را مصرف می‌نمایند دچار سقط، نازایی و حتی مرگ می‌شوند (۳۷، ۳۶). این مسأله‌ی مهم که بشر برای صرفه‌جویی و کاهش فقر و گرسنگی و افزایش بهره‌وری، حیوانات و سایر موجودات را مورد مخاطره‌ی جدی قرار دهد

منظر طبیعت محور: این منظر، طبیعت را به خودی خود ارزشمند دانسته، این ارزش را مستقل از سود و منفعت آن برای انسان می‌داند و ارزش محیط زیست را ارزشی ذاتی در نظر گرفته و انسان را در واقع، بخشی از یک ارگانیسم می‌داند. در تولید و انتشار چنین ارگانیسم‌هایی به‌طور حتم، چرخه‌ی طبیعی اکوسیستم به هم می‌ریزد. این اختلال از منظر اول برای محیط زیست و طبیعت ممکن است مضر به‌نظر آید. آنچه در این مسأله بسیار مهم و حائز اهمیت است بحث تنوع زیستی و حفظ اکوسیستم طبیعی است که بحث‌های جدی حول این محور شکل گرفته است.

منظر انسان محور: در مقابل، عده‌ای معتقدند که ارزش طبیعت در نهایت با منافی که برای انسان دارد تعریف می‌شود. این دیدگاه در قالب انسان محور تعریف می‌شود. در این نظریه، همه‌ی ارزش و جایگاه مستقل اخلاقی به انسان تعلق می‌گیرد؛ لذا، ارزش‌دآوری در این مسلک، برحسب میزان سود و زیان فرآیند برای آدمی است. بنابراین، با توجه به مخاطراتی که فرآیند بر سلامت انسان دارد، ممکن است استفاده‌ی آن پسندیده به‌نظر نرسد یا حداقل استفاده‌ی آن موکول به بررسی‌های پیش‌تر و ارزیابی سود و زیان آن شود. اگر این موجودات جهش‌یافته، مزایایی برای انسان و سود و فوایدی برای جامعه‌ی انسانی (از قبیل رهایی از فقر و پیش‌گیری بیماری‌ها و حتی منافع اقتصادی برای انسان‌ها) داشته باشد، استفاده از ارگانیسم‌های این فناوری، اخلاقی و پسندیده به‌نظر می‌رسد. در این دیدگاه، تنها سود و زیان انسانی ملاک است (۳۳).

• حقوق حیوانات^۱

اثرات آن بر حیوانات نیز بر سه قسم است. بخش اول به‌عنوان آزمودنی پژوهش، بخش دوم مربوط به حیواناتی است که غالباً به‌عنوان حامل این موجودات خواهند بود و

^۱ Animal right

الف) برچسب‌گذاری حداقلی: این فرآورده ممکن است حاوی محصولات تراریخته باشد.

ب) برچسب‌گذاری تفصیلی: این محصول حاوی ۲۵ درصد محصول تراریخته است، که با استفاده از ژن Cry 1 Ab نسبت به ژن راسته‌ی بال پولک‌داران مقاوم شده است. محصولات تراریخته ممکن است در برخی از افراد، حساسیت‌زا یا مسمومیت‌زا باشند. همچنین این محصولات ممکن است تأثیرات سوئی بر محیط زیست بگذارند (۳۹).

ج) برچسب زنی مثبت^۱: موادی را که دارای این ترکیبات هستند یا به نوعی در فرایند شکل‌گیری‌شان از این فناوری استفاده شده است، معرفی می‌کنند؛ به‌طور مثال، در تهیه‌ی این برنج از روش‌های مهندسی ژنتیک استفاده شده است (۴۰).

د) برچسب‌زنی منفی^۲: یعنی ترکیباتی که این فرآیند برای تولیدشان استفاده نشده است را ترکیبات بدون فناوری ژنتیکی معرفی می‌کند (۴۰). برخی از محققین با این نوع از برچسب‌زنی موافق نیستند، زیرا دارای بار منفی بوده و به‌طور ناخودآگاه، نگرش منفی در ذهن ایجاد می‌کند.

به هر حال، این حق مردم است که اطلاعات کافی و درستی در رابطه با مواد غذایی تهیه شده و فرایند تولیدشان داشته باشند. مطالعات نشان می‌دهد که خواست مردم نیز این‌گونه است؛ به‌طور مثال ۹۲ درصد مردم امریکا، ۹۳ درصد فرانسوی‌ها و ۸۸ درصد مردم کانادا خواهان این اطلاعات هستند. (۴۱، ۴۲). با این وجود، یک بی‌میلی در تولیدکنندگان این فرآورده‌ها وجود دارد و می‌پندارند که اساس برچسب‌زنی، باعث تردید و دودلی خریداران خواهد شد. از طرفی این کار، هزینه‌هایی را در برمی‌گیرد و باعث تحمیل هزینه‌ی مضاعف به تولیدکننده خواهد شد (۴۳).

در مجموع، برچسب‌زنی بر این فرآورده‌ها علاوه بر این‌که

همواره محل چالش در بین اخلاقیون بوده است و حتی برخی نگرش‌ها، از بین بردن نسل حشرات را هم پسندیده نمی‌دانند. بشر در طول تاریخ، ناگزیر به استفاده از طبیعت و حیوانات بوده است. بدیهی است در شرایط کنونی نوع استفاده، متفاوت است و انسان ناگزیر به بهره‌مندی متفاوت‌تری است، اما بر مبنای اصول اخلاقی، این شکل استفاده نیز صورت می‌پذیرد.

ب) حیوانات به‌عنوان آزمودنی پژوهش: توافق بین‌المللی بر آن است زمانی که جایگزینی برای حیوان آزمایشگاهی وجود ندارد، حق داریم که در پژوهش از حیوانات استفاده کنیم و پس از آن، باید به کمترین تعداد بسنده کرد و از حد ضرورت فراتر نرفت تا تعداد حیوانی که آسیب می‌بیند یا کشته می‌شود، به حداقل برسد (۳۸).

ج) حیوانات به‌عنوان حامل: هنگامی که حیوان به‌عنوان حامل است، تمام امکاناتی که حیوان به‌طور معمول نیاز دارد، به تناسب زمان و مکان باید برای او فراهم شود. ضروری است که ملاحظات مربوط به آسیب‌های وارد به حیوان در نظر گرفته شود تا این تکنولوژی با کمترین آسیب و بیشترین سودمندی همراه باشد (۳۸).

اتونومی

حق دانستن

میزان آگاهی انسان‌هایی که مصرف‌کننده‌ی محصولات هستند از فرایند تولید آن‌ها قابل تأمل است. از آنجایی که ما حق دانستن را برای تمامی افراد قائل هستیم، افراد باید نسبت به محصولات تولید شده و چگونگی تولید آن آگاهی داشته باشند. انواع مختلفی از برچسب‌زنی در این رابطه وجود دارد (برچسب‌گذاری اجباری در مقابل برچسب‌گذاری اختیاری، برچسب‌گذاری مثبت در مقابل برچسب‌گذاری منفی، برچسب‌گذاری حداقلی در مقابل برچسب‌گذاری تفصیلی): که انواع برچسب‌زنی برای این محصولات به شرح زیر است:

¹ Positive labelling

² Negative labelling

برهم می‌زنند؛ هم‌چنین، معتقدند که تغییر اشکال موجودات زنده، مداخله در اراده‌ی خداوندی می‌باشد و قرار گرفتن در جایگاه خلقت است و این امر را ناپسند می‌دانند (۴۴).

این در حالی است که گروه اول معتقد است اراده‌ی خداوند را می‌توان در هر یک از صفات مخلوق متجلی دانست و این اراده‌ی خداوندی است که مسبب اراده‌ی انسان می‌شود. آدمیان نیز اراده‌ی آزادی دارند که شامل توانایی ایشان برای خلق تکنولوژی‌های جدید می‌باشد. بنابراین، فناوری‌های نوین چون بخشی از این اراده‌ی آزادانه‌ی مخلوق را تشکیل می‌دهند می‌توانند به‌عنوان مظهری از اراده‌ی خداوند باشند؛ پس همه‌ی تکنولوژی‌های نوظهور نیز در راستای خواست حاکم اصلی، که ذات اقدس خداوندی است، قرار دارد و منافاتی با وجود یا قدرت و توانایی خالق نخواهد داشت (۴۵).

مخالفین محصولات تراریخته با توجه به نکاتی که در گروه دوم در بخش حق دست‌کاری اشاره شد، بیان می‌دارند که این دست‌کاری در ژنوم موجودات اعم از حشرات، حیوانات و غیره خارج از چارچوب است و اعمالی شبه خلقت محسوب می‌شود و به لحاظ اخلاقی، ناپسند است.

موافقان که غالباً تحت عنوان گروه اول جای می‌گیرند، این مسأله را ناپسند نمی‌دانند و معتقدند که این تغییرات و دست‌کاری‌ها نیز در راه رشد و تکامل است و گویی اراده‌ی خداوندی است که در اراده‌ی انسان‌ها برای نجات از فقر و گرسنگی متجلی شده است.

• ارزش ذاتی موجودات طبیعی

مسأله‌ی مهم دیگری که در این مقام مطرح است، این است که آیا موجودات طبیعی دارای ارزش ویژه‌ای هستند که موجودات غیر طبیعی از آن بی‌بهره‌اند؟ برای پاسخ به این سوال، نخست باید ببینیم که تعریف‌مان از موجودات طبیعی چیست. آیا آنچه انسان تولید می‌کند غیر طبیعی است؛ در

پاسخ مثبت به حق مطالبه‌ی مردم برای دانستن است، می‌تواند آن‌ها را از یک سری خطرات نیز مصون بدارد؛ به‌طور مثال، ممکن است فراورده‌ی حاوی ماده‌ای باشد که برای فرد، آلرژن محسوب شود و فرد از آن آگاه نباشد. هم‌چنین، به‌طور مثال افزودن برخی مواد پروتئینی، گلو تن و لاکتوز در موادی که فرد احتمال وجود آن را نمی‌دهد، در آن فرد ایجاد آسیب می‌نماید. بنابراین، آگاهی‌رسانی باعث جلوگیری از این آسیب می‌شود.

واکنش مردم نسبت به مواد غذایی فناوری شده و بستر اجتماعی - فرهنگی: سازمان بهداشت جهانی می‌گوید که مردم مناطق مختلف جهان دارای گرایش‌های غذایی متفاوتی هستند. علاوه بر ارزش غذایی، اغلب، غذاها دارای جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی و تاریخی نیز هستند و در برخی موارد ممکن است دارای اهمیت مذهبی نیز باشند. تغییرهای فنی در غذا و نحوه‌ی تولید غذا می‌تواند موجب برانگیخته شدن واکنش‌های منفی بین مصرف‌کنندگان شود به‌ویژه در صورت فقدان یک سیستم اطلاع‌رسانی شفاف در این زمینه، احتمال بروز واکنش منفی بیش‌تر است (۳۲).

• قلمروی اتونومی بشر و حق دست‌کاری‌های بشر

مسأله‌ی مهم دیگر این است که انسان‌ها تا چه حد اختیار دارند که در روند طبیعی و چرخه‌ی طبیعی اکوسیستم دست‌کاری کنند. تغییر ژنومی موجودات و تولید ارگانیسم‌های زنده‌ی جدید تا چه اندازه در اختیار انسان است. در این رابطه، بسته به هدف از این تغییرات، صاحب‌نظران دو رویکرد متفاوت ارائه می‌دهند.

برخی تغییرات جزئی را در جهت منافع انسان‌ها و زندگی بهتر آن‌ها قابل توجیه می‌دانند. در مقابل، برخی معتقد هستند که هر موجود برای هدفی آفریده شده است و این تغییرات به‌نوعی دست‌کاری در موجودات است و به‌نوعی خلقت جدید به حساب می‌آید و نظم و انسجام طبیعی موجودات را

بأمرِهِ وَ سَخَّرَ لَكُمُْ الْأَنْهَارَ وَ سَخَّرَ لَكُمُْ الشَّمْسَ وَ الْقَمَرَ دَائِبِينَ وَ سَخَّرَ لَكُمُْ اللَّيْلَ وَ النَّهَارَ^۲». در این آیات، کلمه‌ی سخر چهار بار تکرار شده است. هر چند واژه‌ی تسخیر، جامع ذهنی دارد ولی تسخیر خورشید و ماه، شب و روز، دریا، گیاهان و حیوانات همه با هم متفاوت است. همان‌طور که تسخیر رود و دریا متفاوت است و همان‌طور که همه‌ی موجودات و مواهب وجودشان با هم متفاوت است، نوع تسخیر و بهره‌وری از آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود. آنچه مسلم است، مفهوم مسخر بودن انسان فراتر از استفاده‌ی عادی و روزمره از این مواهب است، به‌طور مثال همه‌ی آب‌زیان از مواهب دریا استفاده می‌کنند، اما انسان برای مسخر بودن می‌تواند با استفاده از علم و تکنولوژی، استفاده‌ی بهینه از آب دریا و مواهب آن داشته باشد و بهترین بهره‌وری را به عمل آورد (یا سخرلکم الشمس). به‌طور قطع انسان می‌تواند نسبت به سایر موجودات استفاده‌ی بهینه‌تری از موهبت‌های الهی داشته باشد. یعنی استفاده‌ی همه‌جانبه از این انرژی پاک و سالم و همیشگی. حال آن‌که اگر تنها به استفاده‌ی ابتدایی از نعمت‌های الهی بسنده شود و مسخر بودن موجودات برای انسان نادیده گرفته شود، «وَ الْخَيْلَ وَ الْبِغَالَ وَ الْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا- كَمْ يَرَوُا إِلَي الطَّيْرِ مُسَخَّرَاتٍ فِي جَوْ السَّمَاءِ^۳»، از مخلوقات الهی به‌طور شایسته بهره‌مند نشده است و کفران نعمت کرده است و مشمول آیات « أَلَمْ تَرَ إِلَى الَّذِينَ بَدَلُوا نِعْمَتَ اللَّهِ كُفْرًا وَ أَلْحَلُوا قَوْمَهُمْ دَارَ الْبُؤْسِ- أَتَأْتِكُمْ مِنْ كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ وَ إِنْ تَعَدُوا نِعْمَتَ اللَّهِ لَا تَحْصُوهَا إِنْ الْإِنْسَانُ لَطَلُومٌ كَفَّارٌ^۴»، می‌شود (۴۹).

عدم تخریب و اتلاف منابع طبیعی

آنچه مسلم است اسلام استفاده از منابع طبیعی را در جهت تأمین سعادت و سلامت تمامی نسل‌های بشر می‌داند و

آن‌صورت دامن‌های موجودات طبیعی کاهش می‌یابد، اما اگر انسان نیز همانند سایر موجودات بخشی از طبیعت باشد؛ بنابراین، نمی‌توان گفت که هر چه ساخته‌ی دست بشر است، غیرطبیعی است (۴۶، ۴۷).

نکته‌ی بعدی این است که آیا فقط موجودات طبیعی ارزش‌مند هستند، یعنی دارای ارزش ذاتی و جایگاه مستقل اخلاقی هستند و هر چه غیرطبیعی یا به‌نوعی دست‌کاری شده توسط بشر باشد، بی ارزش است. بسیاری از موجودات طبیعی دست‌خوش بلایای مختلف سیل، زلزله و آسیب‌های گوناگون می‌شوند. حالا اگر این موجودات دست‌کاری شده، مقاوم‌تر باشند می‌توانند ارزش‌مند باشند و حتی در شرایط خاص بشر را از نابودی و فقر و گرسنگی نجات دهند. بنابراین، صاحب ارزش هستند و بسته به نوع استفاده می‌توانند اهداف سودمندی را دنبال کنند، پس در دیدگاه پیامدگرایانه^۱ می‌تواند صاحب ارزش باشند (۴۸، ۴۶).

دیدگاه اسلامی

آنچه مسلم است دیدگاه اسلامی نیز در این زمینه باید مد نظر قرار گیرد. دیدگاه اسلام در رابطه با استفاده‌ی بهینه و صحیح از منابع طبیعی، دیدگاهی جامع و مانع است. اسلام هر دو بعد این استفاده را هوشمندانه مد نظر قرار داده است. موضع‌گیری اسلام در زمینه‌ی استفاده از موجودات و طبیعت و نیز چگونگی این استفاده را شاید بتوان به این شرح بیان کرد.

ضرورت بهره‌وری بهینه از منابع طبیعی

خداوند موجودات را در تسخیر انسان قرار داده است، به این معنا که انسان آن‌ها را تسخیر می‌کند. این نکته که خداوند طبیعت را برای بشر مسخر قرار داد و در قرآن آمده است «اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَ الْأَرْضِ وَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ وَ سَخَّرَ لَكُمُْ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ

^۲ قرآن کریم، سوره‌ی مبارکه‌ی ابراهیم، آیات ۳۲-۳۳

^۳ قرآن کریم، سوره‌ی مبارکه‌ی نحل، آیات ۷۹، ۸۰

^۴ قرآن کریم، سوره‌ی مبارکه‌ی ابراهیم، آیات ۲۸ و ۳۴

^۱ Utilitarian

لذا آنچه از این نگرش جامع و مانع و هوش‌مندانه برمی‌خیزد، این است که هر تکنولوژی و فناوری که در جهت سودرسانی به نسل بشر و محیط زیست باشد مفید و در راستای نیل به اهداف الهی است. لذا ارزیابی سود و زیان علمی این روندها توسط کارشناسان امر و مطالب علمی در این‌باره، موضع‌گیری را شفاف می‌سازد و این محصولات تا جایی که به نسل بشر برای رهایی از فقر و گرسنگی کمک می‌کند و تهدیدی برای سلامت انسان (حال و آینده) یا آسیب به محیط زیست و تنوع زیستی ندارد و در جهت حفظ منابع طبیعی است، پسندیده خواهد بود، در غیر این‌صورت، اسلام با آسیب‌رسانی به جسم انسان، حیوان یا سایر مواهب طبیعت مخالف است.

عدالت

عدالت، تعبیر گوناگونی دارد. یکی از تعبیر رایج آن به این شرح است؛ مفهوم کلی انصاف یا توزیع برابر فرصت‌ها، منافع و مسؤلیت‌هاست. عدالت به مثابه‌ی انصاف نیز دو تفسیر دارد؛ رفتار یکسان با مردم یا برخورداری عادلانه اشخاص از منافع و امکانات (۵۱). با توجه به تعبیر ذکر شده، چون در رابطه با این محصولات هنوز تحقیقات ادامه دارد، پس در رابطه با آن‌ها دو منظر را باید در نظر داشت.

بحث اول، عدالت در پژوهش

استفاده از این فناوری به دلیل کاهش فقر و گرسنگی و بهره‌وری بیشتر و بهتر از منابع شکل گرفت. حال آن‌که برخی مواقع، استفاده از این مواد به‌طور آزمایشی در کشورهای فقیر و محروم صورت می‌پذیرد و افراد به‌عنوان سوژه‌ی پژوهشی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که صحیح نیست. عدالت در پژوهش حکم می‌کند که توزیع منصفانه‌ای در رابطه با فواید و خطرات ناشی از این فناوری صورت پذیرد و این منصفانه نیست که برای سود احتمالی آتی برخی ممالک، کشورهای

انسان موظف است تا حقوق طبیعی هر موجود دیگر و مواهب و منابع طبیعی را رعایت کند و هرگز به اتلاف و آسیب و تخریب آن دست نزند. پیام قرآن به تخریب‌کنندگان مواهب طبیعی و افرادی که به هر روی در جهت آسیب آن برمی‌آیند، این چنین است که «ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ^۱». آنچه مسلم است خداوند این افراد را ارزشمند نمی‌شمرد و می‌فرماید: «وَإِذَا تَوَلَّى سَعْيٍ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ^۲ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ^۳؛ چون ارزش عامل به عمل است. هنگامی که فساد محبوب نباشد، مفسد نیز محبوب نخواهد شد. در قرآن کریم از نابود کردن و تخریب طبیعت به‌عنوان اعتداء (تجاوز) نام برده شده است و بر این اساس، کسانی که رفتار ناشایست نسبت به محیط زیست و مواهب و موجودات طبیعی داشته باشند، از رحمت و محبت خداوند محروم خواهند بود^۳ (۴۹).

بررسی دیدگاه‌های مراجع عظام و نظریات فقهی در مورد مصرف محصولات تراریخته‌ی حاصل از مهندسی ژنتیک ما را به مسائل اخلاق زیستی مربوطه و چگونگی استفاده‌ی صحیح آن در کشور اسلامی رهنمون خواهد کرد. در یک پژوهش از ۱۴ تن از مراجع عظام شیعه، جنبه‌های مختلف مصرف مستقیم و غیر مستقیم محصولات حاصل از مهندسی ژنتیک در قالب چهار پرسش استفتاء شده است. همه‌ی ایشان مصرف این محصولات را مجاز دانسته‌اند؛ هم‌چنین، برخی این اجازه را مشروط بر عدم ضرررسانی در حال و آینده، اطلاع مشتریان از نوع محصول دریافتی و این‌همانی محصولات اعلام داشته‌اند (۵۰).

^۱ قرآن کریم، سوره‌ی مبارکه‌ی روم، آیه‌ی ۴۱

^۲ قرآن کریم، سوره‌ی مبارکه‌ی بقره، آیه‌ی ۲۰۵

^۳ قرآن کریم، سوره‌ی مبارکه‌ی مائده، آیه‌ی ۸۶

فقیر استثمار شوند؛ در حالی که ممکن است برخی از خطرات آن شناخته شده نباشد (۵۲).

بحث دوم، عدالت در تولید، مصرف و صادرات عدالت در تولید این محصولات در کشورهایی که مجوز آن اخذ شده است، بسیار مهم است. نکته‌ی اساسی در این مقام، ارزیابی سود و زیان این مواد است. اگر منافع این مواد و صرفه‌جویی منابع و مخاطرات آن‌ها داوری شد و سود قابل توجه داشت، می‌شود از این فناوری در جهت ارتقاء خدمت‌رسانی به مردم، کاهش فقر، گرسنگی و غیره استفاده کرد.

سلامت از حقوق ثابت انسان‌ها است و همه‌ی انسان‌ها نباید تحت مخاطراتی که موجبات تهدید سلامت می‌شود، قرار گیرند. لذا ارزیابی سود و زیان و بررسی هزینه-اثربخشی در کشورها بسیار مهم و از وظایف مسئولین نظام سلامت خواهد بود.

آنچه مسلم است، کشاورزان هنوز استقبال زیادی از این سبک فناوری نداشته‌اند و برخی صاحب‌نظران این امر را حاصل شکاف بین درک و تصور افراد با علم دانسته‌اند (۵۳). هم‌چنین، عدالت در صنعت سلامت و خدمت‌رسانی توسط تکنولوژی‌های نوین باید در سه سطح عمده ارزیابی شود.

۱- عدالت در تأمین منابع

۲- عدالت در خدمت‌رسانی

۳- عدالت در پیامدها (۵۴).

در رابطه با فناوری و خدمت‌رسانی نیز عدالت در هر سه سطح بالا باید مد نظر قرار گیرد. همان‌گونه که ذکر شد، عدالت در دسترسی و بهره‌مندی از خدمات نیز باید وجود داشته باشد. به کارایی و بهره‌وری این مواد توجه کافی شود و مواد کاملاً ایمن و مجاز در مقام توزیع قرار گیرند و مواد با

کیفیت مناسب، عادلانه در بین اقشار مختلف تقسیم شوند. قیمت پایین‌تر برخی از محصولات نباید به توزیع کالاهای ناایمن یا کالاهایی که ارزیابی کاملی بر آن‌ها انجام نشده است منجر شود یا اقشار کم درآمد آسیب‌دیده یا آزمودنی کالاهای ارزیابی نشده قرار گیرند.

بحث و نتیجه‌گیری

در جهان امروز، بشر با مشکلات متعددی رو به رو است. محدودیت منابع، فقر و گرسنگی از مشکلات دنیای کنونی است. در این شرایط، اندیشمندان و دانشمندان حوزه‌های مختلف به فکر راه حل مناسب برای رهایی از این مسائل هستند. حوزه‌ی بیوتکنولوژی نیز از عرصه‌های فعال در جهت رفع محدودیت منابع تغذیه‌ای بشر امروز است و موجودات تراریخته، نمونه‌ی بارز این تلاش‌ها است. در بهره‌گیری از این حوزه‌ی علمی، مانند سایر حوزه‌های نوظهور در عرصه‌ی علم و فناوری، ما با مزایا و خطراتی رو به رو هستیم. به‌طور مثال، چالش‌های رهاسازی موجودات تراریخته به محیط زیست و فروش غذاهای ناشی از آن‌ها موجب بحث‌های گسترده و نگرانی‌هایی شده است (۳۲).

مشاوره با اهل فن، پیش‌بینی جنبه‌های مختلف، اقدام مبتنی بر دانش کافی، رعایت جوانب احتیاط لازم و توجه به جنبه‌های اخلاقی می‌توانند در این مسیر راه‌گشا باشند.

از آنجایی که استفاده از این محصولات در برخی موارد ضروری و لازم به‌نظر می‌رسد، نظارت بر تولید یا واردات این محصولات بسیار لازم و ضروری است. نحوه‌ی نظارت بر غذاهای ناشی از محصولات تراریخته توسط دولت‌های مختلف متفاوت است. کشورهایی که در این زمینه دارای «قانون» هستند، بیشتر روی جنبه‌های تخمین ریسک بر سلامت مصرف‌کننده متمرکز هستند. کشورهایی که دارای مقرراتی در زمینه‌ی غذاهای ناشی از محصولات تراریخته

در پایان، هم‌چنان، جمع نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که متذکر شوند از آن‌جا که خاستگاه نویسندگان مقاله، حوزه‌ی اخلاق پزشکی بوده است و طبعاً اشراف تخصصی بر حوزه‌ی فناوری‌های ژنتیک ندارند، ممکن است جنبه‌هایی از منافع و آسیب‌زیان‌های مطرح در این بهره‌گیری، از نظر دور مانده باشد. بر این اساس، این نوشتار بیش از آن‌که به دنبال دادن جواز یا منع بر استفاده از این محصولات باشد، تلاش کرده است تا چارچوب اخلاقی ارزیابی و تصمیم‌گیری در این مورد را بر مبنای چهار اصل اتونومی، سودرسانی، عدم ضرر و عدالت ارائه کند.

هستند، معمولاً بر خود موجودات تراریخته نیز نظارت می‌کنند که این نظارت مشتمل بر خطرات زیست - محیطی، سلامتی انسان و کنترل و نظارت‌های مرتبط با بازرگانی آن‌هاست (مانند معاینه‌ی احتمالی و نحوه‌ی برجسب‌زنی) (۳۲).

در ایران در اصول یک، سه و بیست‌ونهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، ضرورت تأمین نیازهای اساسی رفع فقر و برطرف نمودن هر نوع محرومیت در زمینه‌ی تغذیه و رفاه فردی و اجتماعی مورد تأکید قرار گرفته است. سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ بر رویکرد انسان سالم، به‌عنوان محور اساسی توسعه‌ی پایدار و اولویت ملی، تأکید کرده است و نکات مربوط به دسترسی به غذای سالم در آن تبیین شده است (۵۵). هم‌چنین، با توجه به وجود قانون ایمنی زیستی که در سال ۱۳۸۸ به تصویب رسیده است، این فرایند نیز به شکل مدون می‌تواند صورت پذیرد.

منابع

- 1- Conrad U. Polymers from plants to develop biodegradable plastics. *Trends Plant Sci* 2005; 10(11): 511-2.
- 2- Ma JKC, Drake PMW, Christou P. Genetic modification: the production of recombinant pharmaceutical proteins in plants. *Nature* 2003; 4: 794-805.
- 3- Sticklen M. Plant genetic engineering to improve biomass characteristics for biofuels. *Curr Opin Biotechnol* 2005; 17(3): 315-9.
- 4- Key S, Ma JK-C, Drake PM. Genetically modified plants and human health. *J R Soc Med* 2008; 101(6): 290-8.
- 5- Juma C. Preventing hunger: biotechnology is key. *Nature* 2011; 479(7374): 471-2.
- 6- Borlaug N. Feeding a hungry world. *Science* 2007; 318(5849): 359.
- 7- Byerlee D, Helsey P, Pingali PL. Realizing yield gains for food staples in developing countries in the early 21st century: prospects and challenges. In: Chang BM, Colombo M, Soronolo M, editors. *Food Needs of the Developing World in the 21st Century*. Vatican City: Political Academy of Sciences; 2000, p. 207-50.
- 8- Christou P, Twyman RM. The potential of genetically enhanced plants to address food insecurity. *Nut Res Rev* 2004; 17(1): 23-42.
- 9- Graber GC. Basic theories in medical ethics. In: Monagle JF, Thomasma DC. *Health Care Ethic: Critical Issues for the 21st Century*. USA: Jones & Bartlett; 2005, p. 522-5.
- 10- Larijani B. [Pezeshk va Molahezate Akhlaghi]. Tehran: Baraye Farda; 2003, vol 1, p. 76-156. [in Persian]
- 11- Klümper W, Qaim M. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLoS One* 2014; 9(11): e111629.
- 12- Qaim M. Benefits of genetically modified crops for the poor: household income, nutrition, and health. *N Biotechnol* 2010; 27(5): 552-7.
- 13- Byrnes BH, Bumb BL. Population growth, food production and nutrient requirements. *J Crop Prod* 1998; 1(2): 1-27.
- 14- Marx ME. The benefits and ethical issues behind using genetically modified organisms in agriculture. *Interdiscip J Health Ethics Policy* 2007; 6: 1-5.
- 15- Hossain F, Pray CE, Lu Y, Huang J, Fan C, Hu R. Genetically modified cotton and farmers' health in China. *Int J Occup Environ Health* 2004; 10(3): 296-303.
- 16- Brooks G, Barfoot P. GM crops: the global economic and environmental impact – the first nine years 1996-2004. *AgBio Forum* 2005; 8(2&3): 187-96.
- 17- Pray CE, Huang J, Hu R, Rozelle S. Five years of Bt cotton in China - the benefits continue. *Plant J* 2002; 31(4): 423-30.
- 18- Sankula S, Blumenthal E. Impacts on US agriculture of biotechnology-derived crops planted in 2003: an update of eleven case studies. Washington, DC: National Center for Food and Agricultural Policy; 2004.
- 19- Carpenter J, Felsot A, Goode T, Hammig M, Onstad D, Sankula S. Comparative environmental impacts of biotechnology-derived and traditional soybean, corn, and cotton crops. Council for Agricultural Science and Technology; 2002.
- 20- Anonymous. Pocket K No. 4: GM Crops and the Environment. <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/4/> (accessed in 2015).
- 21- Fawcett R, Towery D. Conservation tillage and plant biotechnology: how new technologies can improve the environment by reducing the need to plow. <http://ctic.purdue.edu/CTIC/BiotechPaper.pdf> (accessed in 2015).
- 22- Burke D. GM food and crops: what went wrong in the UK? *EMBO Rep* 2004; 5(5): 432-6.
- 23- Malarkey T. Human health concerns with GM crops. *Mutat Res* 2003; 544(2-3): 217-21.
- 24- Bernstein JA, Bernstein LI, Bucchini L, et al. Clinical and laboratory investigation of allergy to genetically modified foods. *Environ Health Perspect* 2003; 111(8): 1114-21.
- 25- Ladics GS, Cressman RF, Herouet-Guicheney C, et al. Bioinformatics and the allergy assessment of agricultural biotechnology products: Industry practices and recommendations. *Regul Toxicol Pharmacol* 2011; 60(1): 46-53.

- 26- Daniel KT. The Hidden dangers of Soy allergens. http://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia_geneticfood01.htm (accessed in 2015).
- 27- Ho MW, Cummins J. Agrobacterium & morgellons disease, a GM connection? <http://www.globalresearch.ca/index.php?context=va&aid=9891> (accessed in 2015).
- 28- Bernstein IL, Bernstein JA, Miller M, et al. Immune responses in farm workers after exposure to Bacillus thuringiensis pesticides. Environ Health Perspect 1999; 107(7): 575-82.
- 29- Kurunganti K. Mass protests against GM crops India. <http://www.i-sis.org.uk/gmProtestsIndia.php> (accessed in 2015).
- 30- Kramkowska M, Grzelak T, Czyżewska K. Benefits and risks associated with genetically modified food products. Ann Agric Environ Med 2013; 20(3): 413-9.
- 31- Craig W, Tepfer M, Degrassi G, Ripandelli D. An overview of general features of risk assessment of genetically modified crops. Euphytica 2008; 164(3): 853-80.
- 32- Ghareyazi b. [Imeni Ghazahayeh Genetici (Mohandesi Genetic)]. [http://www.biosafetysociety.ir/files/site1/pages/aban_90\(13\).pdf](http://www.biosafetysociety.ir/files/site1/pages/aban_90(13).pdf) (accessed in 2014) [in Persian]
- 33- Lassen J, Madsen KH, Sandøe P. Ethics and genetic engineering – Lessons to be learned from GM foods. Bioproce Biosys Engineer 2002; 24(5): 263-71.
- 34- Bryant J, La Velle LB, Searle J. Animal experimentation in biomedical research. In la Velle LB, Bioethics for Scientists. John Wiley & Sons; 2002, p. 313-30.
- 35- Eslami MT, Dabiri A, Alizadeh M. [Akhlagh Karbordi Chalesha va Kavoshhayeh Novin dar Akhlagh Amali]. Qom: Pagoleshgah Olom va Farhang Islami; 2009, vol 2, p. 201-8. [in Persian]
- 36- Velimirov A, Binter C, Zentek J. Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice. http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/biologica_l_effects_in_mice.pdf (accessed in 2015)
- 37- Ewen SWB, Pusztai A. Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine. Lancet 1999; 354(9187): 1353-4.
- 38- Mobasher M, Sasani P, Al-e-Davood S J, Aramesh K, Larijani B. Revision of the guideline for ethical use of animals. Iran J Med Ethics Hist Med 2012; 5(5): 70-111. [in Persian]
- 39- Ghareyazi B. [Janbeh haye Akhlaghi dar Eghtesade Mohandesie Genetic va Estefadeh az Mahsoolate Tararikhteh]. Aftab News; 2009. <http://aftabnews.ir/vdcd9j0j.yt0oj6a22y.html> (accessed in 2014) [in Persian]
- 40- Runge CF, Jackson LA. Negative labeling of GMOs: the experience of rBST. AgBio Forum 2000; 3(1): 58-62.
- 41- Anonymous. Most people want to know if their food has GM ingredients. Relax News; 2009. <http://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/health-news/most-people-want-to-know-if-their-food-has-gm-ingredients-5510069.html> (accessed in 2015)
- 42- Anonymous. Indepth: Genetic Modification. Genetically modified foods: a primer, CBC News Online, 2004. http://www.cbc.ca/news2/background/genetics_modification/ (accessed in 2015).
- 43- Lucht JM. Public acceptance of plant biotechnology and GM crops. Viruses 2015; 7(8): 4254-81.
- 44- Prather RS. Reproductive biotechnology: an animal scientist's perspective. Perspect Sci Christ Faith 1988; 40(3): 138-42.
- 45- Rahnama H, Sanjarian F. Bioethics in genetic engineering. Ethics Sci Technol 2013; 3: 68-76. [in Persian]
- 46- Mohajer M, Safaei H, Mahdavi Damghani A. Ethical and legal considerations for application of transgenic products: a critical review of national Iranian biosafety law. Ethics Sci Technol 2011; 1: 35-42. [in Persian]
- 47- Otsuka Y. Socioeconomic considerations relevant to the sustainable development, use and control of genetically modified foods. Trend Food Sci Techno 2003; 14(5): 294-318.
- 48- Wüger D. Consumer information on GM-food in Switzerland and WTO law. Proj Biotech Intern Trade Work Paper 2000; 2: 4-11.
- 49- Javadi Amoli A. [Islam Va Mohite Zist], 3rd ed. Iran: Esra; 2008, p. 32-3.

- 50- Allahyari Frad N. A study of Islamic (Shia) views about consumption of genetically modified organisms products. *Iran J Med Ethics Hist Med* 2013; 6(1): 74-83. [in Persian]
- 51- Menzel PT. Justice and fairness: a critical element in U.S. health system reform. *J Law Med Ethics* 2012; 40(3): 582-97.
- 52- Institute of Medicine (US) Committee on Ethical and Legal Issues Relating to the Inclusion of Women in Clinical Studies; Mastroianni AC, Faden R, Federman D, editors. *Women and Health Research: Ethical and Legal Issues of Including Women in Clinical Studies*. Washington (DC): National Academies Press (US); 1994, vol I.
- 53- Einsele A. The gap between science and perception: the case of plant biotechnology in Europe. *Adv Biochem Eng Biotechnol* 2007; 107: 1-11.
- 54- Bagheri Lankarani K, Lotfi F, Karimian Z. [Daramadi bar edalat dar nezame salamat]. http://medolympiad.behdasht.gov.ir/uploads/280_954_Edalat.pdf (accessed in 2014) [in Persian]
- 55- Marandi AR, Azizi F, Larijani B, Jamshidi HR. [Salamat Dar Jomhori Islami Iran]. Iran: Etelaat; 2014, vol.2, p. 328. [in Persian]

Ethical considerations of genetic engineering in genetically modified organisms

Saeedeh Saeedi Tehrani^{*1}, Alireza Parsapour², Bagher Larijani³

¹PhD Candidate in Medical Ethics, Medical Ethics and History of Medicine Research Center, AND Department of Medical Ethics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran;

²Assistant Professor, Medical Ethics and History of Medicine Research Center, AND Department of Medical Ethics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran;

³Professor, Medical Ethics and History of Medicine Research Center, AND Department of Medical Ethics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Genetic research was initially limited to the screening and diagnosis of known hereditary diseases. After the completion of the Human Genome Project (HGP), studies became concerned with the diagnosis and treatment of many non-communicable diseases threatening the public health. Aside from this, genetic engineering, in its new form, is also concerned with the development of recombinant medications, genetic enhancement, and genetically modified organisms and their applications. The climax of these achievements is the advent of transgenic creatures. These are organisms with a genetic makeup different from their natural one created through biotechnology. Transgenic products have become more popular in recent years, especially in agriculture and livestock sectors. At the same time, genetics and biotechnology are trying to keep pace with modern advancements. Genetic modifications have resulted in larger yields in agriculture and livestock as well as the development of new medications and vaccines. Despite the large profits that genetic engineering and transgenic organisms can bring for us, they may pose dangers in certain fields. Furthermore, there are ethical concerns about the application of these technologies.

The present study attempted to address the ethical issues in new genetic technologies and analyze them with regard to the four principles of bioethics. For this purpose, keywords were first looked up in scientific sources and the data were classified; ethical considerations were then analyzed in the light of the four principles of bioethics.

In the results section first the merits of such products for humanity and their contributions to saving the limited available resources are pointed out; subsequently, potential threats in some fields are addressed, along with considerations about the mass production and consumption of genetically engineered products, autonomy of individuals, the importance of raising awareness about the pros and cons of genetically modified organisms (GMOs), and their labeling. Finally, equity is addressed, and general benefits and harms, costs and effectiveness are discussed.

Keywords: genetic engineering, genetically modified organisms, ethics of genetic technologies, principles of bioethics

* *Corresponding Author:* Email: s.saeeditehrani@yahoo.com