بیوتکنولوژی شمشیر دولبه

فن‌آوری مدرن و خطرات زیست‌محیطی آن

دکتر نعمت‌ا.. خوانساری
استاد دانشکده پزشکی دانشگاه تهران

بیوتکنولوژی به صورت مدرن امروزی همانا به‌کارگیری فن‌آوریهای مختلف روی موجودات زنده است که فعالیتهای زیر را دربر می‌گیرد: شناخت و انتقال ژنها، سنتز الیگونوکلئوتیدها (ساخت DNA با ردیفهای مشخص)، ساخت ناقلهای ژنها[1] و یا بارزکردن ژنها در موجودات زنده، تشخیص پروتئینها و ردیف‌شناسی آنها، تعیین ردیف DNA و RNA، تخلیص پروتئینها، ساخت آنتی‌بادیهای مونوکلونال و یا نوترکیب و کشت سلولهای مختلف گیاهی و جانوری با ویژگیهای خاص. فرایند حاصل از این فن‌آوریها در تشخیص بیماریها، ساخت واکسنها، ساخت پروتئینهای مفید برای امور دارویی و غذایی انسان و دام، تولید گیاهان با بهره‌وری بیشتر و مقاوم به آفتهای طبیعی، به‌کارگیری مواد بیولوژیک به‌جای مواد شیمیایی آلوده‌کننده محیط‌زیست و پاک‌سازی محیط‌زیست از آلاینده‌های محیط‌زیست، کاربری شگرفی دارد و از نظر اقتصادی و ارزش افزوده برای کشورها جایگاه مهمی در اقتصاد غیر وابسته به نفت، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، باز کرده است. اما همان‌طور که تجربه نشان داده است، هر پیشرفتی که بشر برای بهتر زیستن خود کسب می‌کند، خالی از ضرر و زیان برای خود و نسل آیندهٔ خویش نیست. نمونه خوب، آلودگیهای ناشی از پیشرفتهای صنعتی کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی است که باعث تخریب محیط زیست آنان یعنی تخریب آب، هوا، زمین و منابع طبیعی شده است. پیشرفتهای علمی شگرفی که از به‌کارگیری فن‌آوریهای بیوتکنولوژی مدرن حاصل شده نیز از این قائده مستثنی نیست. بنابراین نتیجه می‌شود که بشر تمام علوم، فنون، درایت و تیزهوشی خود را معطوف به تسخیر طبیعت به نفع خویش می‌کند و با همین تلاش برای بهتر زیستن، تیشه به ریشهٔ خود می‌زند.

در حال حاضر نیروهای قوی اقتصادی و سیاسی، جوامع مختلف را به استفاده از بیوتکنولوژی با روشهای مهندسی ژنتیک وادار می‌کنند و امید دارند، بازار بیشتری برای فراورده‌های حاصل از این فن‌آوری در کشورهای در حال توسعه و یا توسعه‌نیافته پیدا کنند. در همین راستا کشورهای صاحب این فن‌آوری اقدام به تبلیغات زیادی برای به‌کارگیری این روشها کرده و می‌کنند و سعی دارند اذهان عمومی، بخصوص مصرف‌کننده‌ها، را برای استفاده از این فراورده‌ها آماده سازند. کشورهای در حال توسعه نیز برای اینکه از غافلهٔ پیشرفت علم عقب نمانند، وگاهی، به‌نام یک اقدام ضروری در جهت خودکفایی کشور، سعی می‌کنند بدون در نظر گرفتن احتیاطهای لازم این فنون را به‌کار گیرند تا به اصطلاح مشکلات بهداشتی، درمانی و غذایی خود را حل کنند. گاهی ادعا می‌شود که با استفاده از این فن‌آوری می‌توانیم محیط‌زیست را سالمتر سازیم یا حداقل آلوده‌تر نکنیم که به حق هم، این ادعا بی‌مورد نیست، در صورتی که جوانب احتیاط و خطرات ناشی از به‌کارگیری این فنون، روشن، و این گونه مطالعات تحت ضوابط و نظارت خاصی انجام شود. نمونه خوب برای این ادعا، استفاده از مواد بیولوژیک که با بیوتکنولوژی، تهیه و انبوه‌سازی شده و به جای کودهای شیمیائی مصرف می‌شود. عوامل مضر کودهای شیمیایی از طریق خاک به محصولات کشاورزی منتقل و در نسوج بدن انسان و یا دام تجمع یافته و سبب بروز اختلالات سلامتی و پرورشی می‌شود. اما پرسش این است که آیا «خود» این مواد بیولوژیک که غالباً با استفاده از روشهای مهندسی ژنتیک تهیه می‌شوند، بی‌خطر هستند؟ تجربه‌های گذشته نشان‌دهندهٔ جواب منفی است. در دهه گذشته در مزرعه‌ای در آمریکا از باکتری ضد سرما برای جلوگیری از سرمازدگی توت‌فرنگی استفاده شد. یک سال بعد، ساکنان شهر مجاور مزرعه، به نوعی بیماری عفونی جدید مبتلا شدند و این، سبب ممنوعیت استفاده از باکتری ضد سرما شد. در مطالعهٔ دیگری این نتیجه‌گیری به عمل آمده است که شاید پیدایش ویروس ایدز که دنیاگیر شده است، ابتدا در آفریقا صورت گرفت، بدین ترتیب که ریشه‌کنی آبله با تلقیح واکسن بیولوژیک آبله در افریقا انجام می‌شد، ویروس آبله موجود در واکسن با ویروس دیگری به نام ویروس ویسنا، به‌طور طبیعی تلفیق شد (یک نوع مهندسی ژنتیک طبیعی) و ویروس نوترکیب جدیدی به نام ویروس HIV-2 به‌وجود آمد که در افراد بومی آفریقای زیر صحرا یک نوع بیماری ایدز مزمن غیرکشنده ایجاد می‌کند. با انتقال ویروس HIV-2 به نژاد سفید و جهش ژنی که در آن ایجاد شد، نوع کشنده HIV-1 به‌وجود آمد که

معضل جهان امروز است (چه از نظر اجتماعی و چه از نظر اقتصادی).

بایستی خاطرنشان کرد که به‌طور کلی دول مختلف در سراسر دنیا و حتی بخش خصوصی از خطرات احتمالی استفاده از این فن‌آوریها به‌خوبی آگاه نیستند و برای به‌کارگیری این فنون مدرن، تبلیغات وسیعی می‌کنند. این تبلیغات بسیار امیدوارکننده نیز به‌نظر می‌رسد تا جایی که در بیشتر کشورهای در حال توسعه، رقابت قابل‌توجهی برای به‌کارگیری و تهیه فرایندهای مختلف بیوتکنولوژی به‌وجود آمده است.

این تبلیغات بیشتر در سه مقوله مطرح می‌شوند که هر سه مقوله منطقی، خوشایند و قابل توجیه هستند.

- **رفع مشکلات بهداشتی و درمانی؛**
- **رفع مشکلات گرسنگی و کمبود غذا؛**
- **حفظ و نگهداری محیط زیست.**

بنابر این ادعاها، بهترین فن‌آوری را خداوند در اختیار بشر گذاشته است که بتواند معضلات اجتماعی و اقتصادی خود را با استفاده از آن مرتفع سازد؛ غافل از اینکه خطرات احتمالی ناشی از به‌کارگیری این فن‌آوری، بخصوص اگر هیچ‌گونه ضوابط، مقررات و نظارتی بر انجام این قبیل روشها نباشد (همانند حاضر در کشور ما) و در صورت بروز کوچکترین اشتباه احتمالی خواسته یا ناخواسته، زیانهای غیر قابل جبرانی را ممکن است به‌بار آورد که تا نسلهای متمادی دوام خواهد داشت و به‌مراتب از نظر اجتماعی و اقتصادی زیانبارتر از زمانی خواهد بود که ما هر سه مشکل را دارا بودیم.

■ طرفداران مهندسی ژنتیک معتقدند که تمام کارهایی را که آنها می‌کنند و تغییراتی را که در سطح ژنوم یک موجود زنده به‌وجود می‌آورند، معمولاً در طبیعت به‌خودی خود نیز انجام می‌شود.

ژن‌درمانی که با استفاده از روشهای مهندسی‌ژنتیک انجام می‌شود، عبارت است از، رفع نقص یک ژن و یا انتقال یک ژن خاص که کمبود آن سبب بروز بیماری شده است. امروزه صدها آزمایش مقدماتی در حال تکمیل است تا از این نوع فن‌آوری برای بیماریهای ارثی، سرطان و ایدز استفاده شود. طرفداران این نوع درمان تنها به روش ساده انتقال ژن اکتفا نمی‌کنند بلکه پیشنهاد انتقال ژن در تخمکهای موجود زنده را مطرح کرده‌اند.

معمولاً ژن‌درمانی به دوصورت انجام می‌شود. در یک روش، قطعه‌ای از DNA حاوی ویژگیهای مورد نظر را در سلول عضوی که دارای نقص است وارد می‌کنند[2] این نوع درمان برای سیستیک فیبروزیس مورد استفاده قرار گرفته است و بدین صورت دانشمندان، ژن سلولهای ریه را تغییر می‌دهند. در بیماری کمبود آنزیم ADA، پزشک، ژن مربوط را به گلبولهای سفید منتقل می‌کند. در انتقال ژن به تخمک[3]، دانشمندان ژن مورد نظر را در سلولهای تولید مثل یعنی تخمک یا اسپرم تغییر می‌دهند و یا به آن منتقل می‌کنند.

به عبارت دیگر قطعه‌ای از DNA مورد نظر را که دارای ویژگیهای خاصی است و به‌صورت سنتتیک تهیه شده و یا از موجود دیگری استخراج شده است، به سلول تولید مثل تزریق می‌کنند. در نتیجهٔ این عمل، ویژگیهای ژن مذکور به تمام نسلهای آیندهٔ چنین موجودی منتقل و در آنها بارز می‌شود.

خطرات ناشی از ژن‌درمانی این است که هر نوع دستکاری در ژنها سبب جهش ژن طبیعی می‌شود که ممکن است اعمال فیزیولوژیک و حیاتی سلول را دچار اختلال کند و ویژگیهای عجیب و یا سرطانی‌شدن سلول را نتیجه دهد.

بسیاری از پروتئینها نقشهای فیزیولوژیک چندگانه‌ای در بدن دارند، بنابراین وقتی ما یک ژن پروتئین را برای به‌دست آوردن یک ویژگی مورد نظر تغییر می‌دهیم، پروتئین جدید حاصل از این نوع تغییر ممکن است فاقد سایر اعمال فیزیولوژیک پروتئین نرمال اولیه باشد و یا خواص جدیدی کسب کند که در هر دوصورت برای موجود زیانبار است و متأسفانه غیر قابل پیش‌بینی.

به‌طور کلی دستکاری ژن و انتقال آن به سلولهای تولید مثل، سبب می‌شود که تغییرات زیانبار احتمالی به نسلهای آینده موجود منتقل و در حقیقت یک جامعه با نقص بیولوژیک حاصل شود که خسارات غیر قابل جبرانی به‌بار خواهد آمد. اگر از این فن‌آوری برای مقاصد زیباسازی و غیرپزشکی استفاده شود، به تحقیق، دخالت در امر خلقت و تغییر در اجتماعات بشری محسوب خواهد شد که از هر نظر محکوم و غیرانسانی است.

تاکنون تعداد معدودی از فراورده‌های بیوتکنولوژیک در زمینه کشاورزی در حد انبوه، تهیه، و در مزارع به بهره‌برداری رسیده است و صدها مورد دیگر تهیه شده ولی با وجود مقررات کشوری و بین‌المللی برای استفاده، مجاز شناخته نشده است (در آمریکا). طرفداران این نوع مقررات معتقدند که این نوع مواد بیولوژیک نوترکیب، تعادل و طبیعت محیط‌زیست را برهم می‌زنند و تکامل زیست و بقای آن و شرایط زیست‌محیطی را دگرگون می‌سازند تا حدی که امکان از بین رفتن سریع طبیعت و محیط‌زیست در آینده میسّر می‌شود. آنچه مسلم است، هر گونه دگرگونی در محیط طبیعی، چه منطقه‌ای و چه جهانی، ممکن است سبب از بین رفتن تنوع زیستی و پاره‌شدن زنجیرهٔ غذایی موجودات زنده و در نتیجه تخریب محیط‌زیست شود و در نهایت ضربه شدیدی به اقتصاد

منطقه‌ای و جهانی وارد کند.

تخریب خاصیت رویش خاک، کاهش و یا معدوم شدن تنوع‌گیاهان مغذی، افزایش مواد سرطانزا در آب و خاک که سبب کاهش زاد و ولد و طول عمر موجودات می‌شود، از جمله خطرات ناشی از به‌کارگیری این فن‌آوری به‌شمار می‌آید. سرانجام با استفاده از روشهای مهندسی‌ژنتیک در کشاورزی ممکن است گیاهان جدیدی خلق شوند که نسبت به بیماریها و آفات نباتی حساس و نسبت به پادزیستها و علف‌کشها و یا آفت‌کشهای طبیعی مقاوم باشند.

به‌تازگی صحبت از به‌وجود آوردن ابرتخم مرغ شده است که بااستفاده از مواد غذایی تهیه شده به وسیلهٔ مهندسی‌ژنتیک و خورانیدن این غذاها به مرغها، ابرتخم‌مرغهایی به‌دست آمده که سرشار از ویتامین E و دیگر آنتی اکسیدانهاست و در نتیجه مصرف این نوع تخم‌مرغها برای تقویت سیستم دفاعی بدن و جلوگیری از پیشرفت عوارض پیری بسیار مفید و مؤثر است. این مثال واقعیتی است که همیشه برخی از دانشمندان را نگران می‌کند و آنها را وامی‌دارد تا در منع استفاده از مواد نوترکیب که با دستکاریهای ژنتیکی ساخته شده‌اند، اهتمام ورزند، زیرا وقتی این محصولات وارد زنجیره مواد غذایی می‌شود، اگر در طول تولید اشتباهی در کد DNA آنها و یا جهش ژنتیکی بعد از یک نسل ژنوم آنها رخ دهد (چون مولکول DNA مولکول پایداری نیست و جهشهای ژنتیکی مرتب در طبیعت و یا آزمایشگاهها در این مولکولها رخ می‌دهد) چه فجایعی ممکن است برای بشریت و یا محیط زیست به‌بار آید.

تغییرات ژنتیکی که در طبیعت به وجود می‌آید، بسیار کند بوده و در اثر این جهشهای طبیعی، موجود، با قانون «انتخاب»[۴]، یا از بین می‌رود یا پس از چند نسل، نسبت به شرایط زیست‌محیطی خود مقاوم می‌شود و باقی می‌ماند و بنابراین جهشهای به‌وجودآمده در طبیعت به‌نوعی پایدار شده، و جزء سرشت جدید موجود می‌شود، در نتیجه، برای طبیعت خطرآفرین نخواهد بود، ولی اگر دستکاری ژنتیکی به‌دست بشر و با عقاید و سلیقه او بسته به نیازش صورت گیرد، با توجه به ناپایداری DNA و شرایط جدید به‌وجودآمده برای موجود، از قانون فوق‌الذکر پیروی نکرده و موجود بعد از یکی دو نسل ممکن است واجد خواص جدیدی شود که مورد نظر پژوهشگر نبوده است. گاهی در طول انبوه‌سازی موجودات حاصل از DNA نوترکیب، این جهشها به‌وجود می‌آید و فرایند حاصل، غیر از آن خواهد بود که مدنظر سازنده بوده است و متأسفانه به‌علت زنده بودن موجود نوترکیب، انتشار آن در طبیعت، خطرات آلودگی زیست‌محیطی غیرقابل جبرانی برای دیگر جانداران چه به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم به‌وجود خواهد آورد.

■ به دانشمندان جوان کشور بایستی توصیه شود که دستکاریهای ژنتیکی را با تأمل و احتیاط زیادی انجام دهند و تا حدی که ممکن است فقط در سطح تحقیقات پایه و توسعه و باروری علوم به‌کار گیرند.

البته اینکه مهندسان ژنتیک قادر به ایجاد تغییرات DNA با دقت کافی هستند، و احتمالات پیش‌بینی‌شده از نظر فیزیکی و بیوشیمیایی که قوائد مشخصی دارند، امکان‌پذیر است، قابل انکار نیست، ولی یک مهندس ژنتیک نمی‌تواند صددرصد پیش‌بینیهای لازم و احتمالات وقوع تغییرات خواسته یا ناخواستهٔ بیولوژیکی محصولات را بنماید؛ زیرا هر نوع تغییری در ساختمان بیولوژیکی سطح سلول و اعضای سلول می‌تواند سبب تغییرات وسیعی روی فعالیتهای بیولوژیکی و فیزیولوژیکی و حتی رفتاری سلول شود. وسعت طیف فعالیت سلول به‌علت پیچیدگی اعمال و وابستگی آن به مواد بیولوژیکی داخل سلول است که حاصل فرایند ژنهای مختلف است. از طرفی، حتی الگوی قرارگرفتن ژنها روی یک کروموزوم در فعالیت بیولوژیکی سلول، مؤثر واقع می‌شود و تصادفی نیست. بنابراین نمی‌توان تمام اتفاقات ممکن را در دستکاریهای ژنتیکی پیش‌بینی کرد.

ساختمان بدن انسان از تریلیونها سلول ساخته شده است. هرکدام از این سلولها حاوی مولکولهای حیاتی بسیار وارگانلهای متعدد و متفاوتی هستند که در کنار هم به‌صورت یک شبکه مرتبط کار می‌کنند. حال می‌توان تصور کرد، اگر یک آنزیم دچار تغییر شود (در اثر دستکاری ژنتیکی و یا جهش) چه شبکهٔ عظیمی ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد و در نهایت سبب تغییر در رفتار و کردار موجود شود؛ بنابراین ملاحظه می‌شود که هرگز نمی‌توان تمام وقایعی که در اثر دستکاری یک ژن حاصل می‌شود، پیش‌بینی کرد زیرا برخی از ویژگیها ممکن است بعد از چند نسل به‌وجود آید و متأسفانه ویژگیهای جدید به نسلهای آینده نیز انتقال یافته، باعث دگرگونی چرخهٔ زندگی خود موجود و دیگر موجودات مرتبط با او شود!

مشکل عمدهٔ عوارض جانبی حاصل از روشهای مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، متأسفانه غیرقابل برگشت است؛ در حالی که عوارض جانبی سایر علوم و پیشرفتهای صنعتی قابل برگشت بوده و با از بین بردن عامل، آن عارضه نیز از بین می‌رود. برای مثال، وقتی از گاز کلروفلوروکربن استفاده نشود، تخریب لایه ازون متوقف و لایهٔ ازون بتدریج ترمیم می‌شود ولی عوارض حاصل از دستکاری DNA سلولهای تولید مثل در نسلهای آینده همچنان باقی می‌ماند. به همین جهت اگر میکروارگانیسم خاصی تولید و در محیط منتشر شود، ریشه‌کن کردن آن غیرممکن خواهد بود و نه تنها آن منطقه را آلوده

می‌کند بلکه امکان انتشار آن به سایر نقاط دنیا نیز با درصد بالایی فراهم خواهد شد.

خاطرنشان می‌شود که طرفداران مهندسی ژنتیک معتقدند، تمام تغییراتی راکه در سطح ژنوم یک موجودزنده به وجودمی‌آورند، معمولاً درطبیعت به خودی‌خود نیز انجام می‌شود و آنچه که بیوتکنولوژیستها انجام می‌دهند، تنها سرعت بخشیدن و جهت دادن به تغییرات طبیعی در موجودات زنده است. برای مثال، تمام موجودات کرهٔ زمین در طول قرنها دچار تغییرات زیادی در ویژگیهای فیزیکی، اخلاقی، رفتاری و حتی بیوشیمیایی شده‌اند و به همین جهت نسلهای امروزی موجودات زنده کاملاً متفاوت با نسلهای قرون گذشته هستند. همین تغییرات را مهندسان ژنتیک می‌توانند در طول چند سال ظاهر سازند، بنابراین فقط سرعت بخشیدن به روند تغییرات طبیعت است که به دست مهندسان ژنتیک و بیوتکنولوژیستها انجام می‌شود.

■ خطرات ناشی از ژن‌درمانی این است که هر نوع دستکاری در ژنها سبب جهش ژن طبیعی می‌شود که ممکن است اعمال فیزیولوژیک و حیاتی سلول را دچار اختلال کند و ویژگیهای عجیب و یا سرطانی‌شدن سلول را نتیجه دهد.

این توجیه کاملاً صحیح است ولی باید خاطرنشان کرد که جهشهای ژنتیکی و تغییرات ردیف DNA به‌طور طبیعی بسیار محدود است (هم در سرعت و هم در طیف) و معمولاً در نژادهای نزدیک و یا اصولاً در یک نژاد صورت می‌گیرد؛ اما دانشمندان قادرند بدون هیچ‌گونه محدودیتی، هر نوع تغییری را در موجود و یا نسلی به‌وجود آورند و تنها قدرت تفکر و مهارت آنان است که فعالیتهای این گونه را ممکن است محدود سازد. این گونه تغییرات که به‌دست مهندسان ژنتیک روی موجودات زنده انجام می‌شود، در میلیونها سال ممکن است رخ ندهد. برای مثال، یک مهندس ژنتیک، ژنی از یک باکتری را در ژنوم یک کدو جایگزین کرد، این تغییر ممکن است طی میلیونها سال در طبیعت اتفاق افتد و یا هرگز اتفاق نیافتد. همین وسعت عمل مهندسی ژنتیک و تغییرات غیرطبیعی که این فن‌آوری می‌تواند در موجودات زنده ایجاد کند، سبب شده که عده بیشماری مخالف کاربری این روشها باشند. در بعضی جوامع (بخصوص کشورهای صنعتی پیشرفته) نه تنها مخالفت برای کاربری این روشها افزایش قابل‌توجهی پیدا کرده بلکه عدم اطمینان از محصولات حاصل از این فن‌آوری سبب تحریم استفاده از محصولات نوترکیب شده است.

مشکل اساسی که در تجربیات گذشته مشاهده شده است این است که، دانشمندان آنقدر شیفتهٔ کشفیات و سرگرم تحقیقات مدرن و حیرت‌انگیز خود می‌شوند که غالباً ایمنی کاربری روشهای تحقیقاتی و محصولات تحقیقات خود را پیش‌بینی نمی‌کنند. برای مثال می‌توان از کشفیات مختلف هسته‌ای و مواد شیمیایی در گذشته نام برد. بسیاری از فن‌آوریهای هسته‌ای و مواد شیمیایی که کاربری آنها از نظر اقتصادی و اجتماعی بسیار با ارزش جلوه کرده است بعدها ثابت شده که زیان و عوارض جانبی حاصل از کاربری آنها چندین برابرِ بهره‌وریشان بوده است. البته اگر قبل از استفادهٔ این محصولات، تحقیقات کافی در ایمنی کاربری آنها شود، به‌طور قطع زندگی میلیونها جاندار حفظ شده و محیط‌زیست بهتری در اختیار بشر قرار می‌گیرد. برای مثال، در دهه ۱۹۵۰، از دستگاه رادیوگرافی (با اشعهٔ X) در پاره‌ای از فروشگاههای کفش در کشورهای پیشرفته برای اندازه‌گیری دقیق کفش با پای مشتری استفاده می‌شد. فروشگاههایی که این وسیله را در اختیار داشتند، مشتری بیشتری جلب می‌کردند و سود زیادی عاید آنان می‌شد. بعد از چندی دانشمندان متوجه شدند که اشعهٔ X سرطانزاست و استفاده از این وسیله در فروشگاههای کفش ممنوع شد. بدین‌ترتیب، برخی از مشتریانی که از انتخاب کفش راحت و مطلوب برای پای خود، با استفاده از این وسیله خوشحال بودند واز درد پا رهایی یافته بودند، بعدها با ابتلا به سرطان جان خود را برای این راحتی موقت از دست دادند. همچنین ، در گذشته از دستگاههای مولد اشعه X برای درمان سل استفاده می‌شد ولی بعدها با کشف سرطانزا بودن اشعه فوق این روش درمانی نیز منسوخ شد.

نمونه دیگر، ساعت مچی شب نماست که در گذشته استفاده از آن بسیار متداول بود زیرا در تاریکی به‌راحتی قابل خواندن است. بعدها معلوم شد افرادی که از این ساعتها استفاده می‌کردند، بیشتر از دیگران در معرض خطر ابتلا به سرطان قرار داشتند و بیشتر از استفاده کنندگان این گونه ساعتها، سازندگان آنها بودند که با دست صفحهٔ این ساعتها را با رادیوم رنگ می‌کردند. اغلب این کارگران دچار سرطان استخوان می‌شدند.

وقتی که راکتور اتمی برای تولید برق ساخته و به‌کار گرفته شد، بشر فکر کرد که بهترین و باصرفه‌ترین نوع مولد برق را در اختیار گرفته است. غافل از اینکه همین صنعت، منشاء آلودگیهای محیط‌زیست آینده او خواهد شد. در حقیقت این صنعت اولین قدم در براندازی نسل خود بود، زیرا ضایعات اتمی حاصل از کاربری این نوع مولدهای برق، خطرناکترین منشاء آلودگیهای محیط‌زیست جانداران را به ارمغان آورد (هنوز هم وسعت مخاطرات این صنعت برای کشورهای در حال توسعه به‌خوبی روشن نشده است). علاوه بر این، نفوذ مواد پرتوزا از راکتورهای معیوبی همانند آنچه در چرنوبیل اتفاق افتاد، فجایع قابل‌توجه و غیر قابل جبرانی را برای محیط‌زیست فراهم ساخت. به همین جهت در

کشورهای پیشرفته این نوع مولد انرژی بتدریج از زنجیرهٔ تولید خارج شد.

نمونه‌های زیادی هم از کاربریهای مواد شیمیایی وجود دارد که سبب عوارض جانبی غیرقابل جبرانی برای زندگی موجودات شده است. برای نمونه، افزودن سرب به بنزین برای کار بهتر و دوام بیشتر موتور خودروها یکی از این موارد است. کسی فکر نمی‌کرد که روزی دود حاصل از سوخت این نوع بنزینها، آلاینده شماره یک هوا در شهرهای بزرگ و در نتیجه افزایش بی‌شمار بیماریها برای ساکنان آنها شود.

در دههٔ ۱۹۴۰، وقتی از DDT به‌طور مستقیم روی بدن استفاده شد، کسی آگاهی نداشت که این ماده شیمیایی و دیگر مواد شبیه به آن، از پوست جذب می‌شوند و در بدن و یا مواد غذایی انباشته شده، در نهایت روی غدد مترشحه داخلی اثر می‌گذارد و جان این موجودات را به خطر می‌اندازد. همین‌طور استفاده از آزبستوز برای عایق‌بندی لوله‌های آب گرم و سرد، و یا پوشش سقف خانه‌ها که در ابتدای کاربری، بسیار اقتصادی و با ارزش جلوه کرد تا اینکه دانشمندان پی به سرطانزایی آن بردند و کاربری آن را ممنوع اعلام کردند. بنابراین ملاحظه می‌شود که بیشتر کشفیات بسیار مفید و با ارزش از نظر اقتصادی و اجتماعی، اگر بدون مطالعه کافی و دراز مدت به‌کار گرفته شود، معلوم نیست که آیا استفاده آنها از ضرر و زیانشان بیشتر است و یا کمتر و چه خطراتی ممکن است برای اجتماع و محیط‌زیست ایجاد کنند.

بهترین راه برای چاره‌اندیشی، استفاده از تجربیات گذشته است. نباید فن‌آوری مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی را فقط به صرف اینکه دستاوردهای شگرف و حیرت‌آور و اقتصادی دارد، بدون مطالعه کافی به کار بگیریم، بلکه بهتر است با تأمل و بعد از مطالعات درازمدت از نظر ایمنی نسلهای فعلی و آینده و حصول اطمینان از کلیه عوارض جانبی احتمالی، این روشها را به‌کار گیریم و با وسواس بیش از حد، محصولات این قبیل فن‌آوریها را مورد استفاده قرار دهیم. در عین حال توصیه می‌شود، تا آنجا که ممکن است از روشهای غیر مهندسی ژنتیک، فرآورده‌های مورد نیاز خود را تهیه و تولید کنیم، مگر اینکه چاره‌ای جز این راه نباشد، بخصوص به دانشمندان جوان کشور بایستی توصیه شود که دستکاریهای ژنتیکی را با تأمل و احتیاط زیادی انجام دهند و تا حدی که ممکن است فقط در سطح تحقیقات پایه و توسعه و باروری علوم به‌کار گیرند.

جوامع پیشرفته، اقدام به تدوین ضوابط و مقرراتی کرده‌اند تا دستکاریهای ژنتیکی، واردات و صادرات ژنها و موجودات نوترکیب و حتی برخی از تحقیقات در این زمینه‌ها، تحت کنترل و در فضایی که خطرات آلودگی محیط‌زیست را به حداقل ممکن و یا صفر می‌رساند، انجام شود. خوشبختانه در کشور ما هم این نیازها احساس شده و هم اکنون در سازمان حفاظت محیط‌زیست واحدی برای تدوین قوانین و مقررات لازم که این گونه فعالیتها را تحت نظارت و کنترل داشته باشد، ایجاد شده است. این واحد که «کمیته فرعی بیوتکنولوژی» نام دارد و زیرمجموعه‌ای از «کمیته ملی توسعه پایدار» در سازمان حفاظت محیط‌زیست است، سعی دارد، با توجه به شرایط منطقه‌ای، فرهنگ اسلامی و مقررات بین‌المللی که جمهوری اسلامی ایران به آنها متعهد و پای‌بند است، به تدوین قوانین و مقررات نظارتی لازم اقدام کرده و به تصویب هیئت محترم دولت و مجلس شورای اسلامی برساند. به امید آنکه همگی دست‌به‌دست هم داده و محیط زیست سالمی برای خود و آیندگان فراهم آوریم و باعث ترویج این فرهنگ در جامعه باشیم. ■

یادداشتها

1- Vector
2- Somatic Cell Gene Therapy
3- Germ-line Gene Therapy
4- Selection

مراجع

1- Guideline for Research Involving Recombinant Dna Molecules fed. Regist, 49, part VI , No. 22, 46266 (1984).
2- Hoyle, R. : The Biosafety Protocol Slouches Toward Montreal. Nat. Biotechnol. 1997.
3- Kellenberger, E. : Biodiversity and Biotechnology Evaluations. Experient. 10 (994).
4- National Institutes of Health Biohazards Safety Guide, 1974 Usdh Section IV - 20, Gpo No. 1740 - 00383.
5- National Cancer Institutes, Safety Standards for Research Involving Oncogene Viruses. Dhew Pub. No. NIH 75 - 790 (1974).
6- Srez, A., Staender, L.H. Rohde, M. et. al. Stable Expression of Perttlla Bronchiseptica under the Control of Tightly Regulated Promoter. Appl. Environ. Microbiol, 7 (1997).
7- Sumida,s.: Japan Bioindustry Association Ounn. Opin. Biotechnol. 7 (1996).