

## اخلاق زیستی، زیست فناوری‌های نوظهور و جامعه: ارائه چارچوب اخلاقی در ارزیابی زیست فناوری‌های نوظهور

فاطمه بهمنی<sup>۱</sup>، مهشاد نوروزی<sup>۱\*</sup>، نرجس کلاهچی<sup>۲</sup>، مصطفی قانعی<sup>۳</sup>

۱. استادیار اخلاق پزشکی، گروه اخلاق پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۲. پژوهشگر، کارشناس ستاد توسعه اقتصاد دانش بنیان سلامت، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان، تهران، ایران.

۳. استاد، مرکز تحقیقات آسیب‌های شیمیایی، پژوهشکده سیستم بیولوژی و مسمومیت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عجل الله)، تهران، ایران؛ رئیس گروه آینده نگری و نظریه پردازی و رصد کلان سلامت، فرهنگستان علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

### چکیده

زیست فناوری‌های نوظهور به واسطه‌ی تأثیر بر حوزه‌های اجتماعی و اقتصادی و سلامت نقش بسزایی در ارتقای رفاه جوامع ایفاء می‌کند. نگرش به فناوری‌های زیستی در شرایط مختلف و در طول زمان متفاوت بوده و بر اساس درک جدید و شواهد نیافته از موقعیت تغییر می‌کند. در ارزیابی اخلاقی فناوری‌های نوظهور یکی از مسائلی که همواره مورد تأکید قرار می‌گیرد جنبه‌های خطرآفرین و مشکل ساز آن برای زندگی و رفاه انسان‌ها است. در عین حال، پیش فرض‌های اخلاقی شامل آزادی، خوش بینی در فناوری، جبرگرایی، چرخه زندگی، قدرت، شکل زندگی، بی طرفی فناوری، ابهام، عدم قطعیت، توان بالقوه تحول آفرینی و چالش‌های برخاسته از آن‌ها می‌تواند بر قضاوت اخلاقی استفاده از این فناوری‌ها مؤثر واقع شود. شش رویکرد متمایز برای ارزیابی فناوری‌های نوظهور مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این میان، «رویکرد مبتنی بر اصول»، با ایفاء نقش نظارتی منعطف، به جای تعیین الزامات و قوانین خاص یا استانداردها و تعهدات عمومی و پرهیز از طراحی چک لیست، بر دستیابی به نتایج مطلوب تمرکز می‌کند. با تمرکز بر رویکرد مذکور در این مقاله، اصول اخلاقی مطرح در ارزیابی اخلاقی زیست فناوری‌های نوظهور شامل خطر-هزینه-فایده، پابندی به حقوق فردی، پایداری، طبیعی بودن، احتیاط، سیر فناوری، نظارت مسئولانه، منفعت عمومی، عدالت و انصاف، مشورت مردم‌سالارانه، و آزادی فکری مورد بررسی ارائه می‌شود. در نهایت، با ارائه یک مدل مفهومی در به‌کارگیری اصول فوق الذکر در مراحل مختلف شکل‌گیری یک زیست فناوری، هجده توصیه‌ی عملیاتی به منظور تسهیل ارزیابی و نظارت اخلاقی بر روند رویه رشد زیست فناوری‌های نوظهور در کشور، در سطوح مختلف سیاست‌گذاری ارائه می‌شود.

**واژگان کلیدی:** زیست فناوری نوظهور، اخلاق زیستی، تحلیل اخلاقی، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۸

\* نویسنده‌ی طرف مکاتبه:

مهشاد نوروزی

آدرس: تهران، بزرگراه همت جنب برج میلاد،  
دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی

کد پستی: ۱۴۴۹۶۱۴۵۳۵

تلفن: ۰۲۱ - ۸۷۰۲۳۴۶

Email: mahshad.noroozi@gmail.com

## مقدمه

رفاه آتی جامعه به انتخاب فعلی در حوزه‌ی زیست‌فناوری‌های نوظهور بستگی دارد که به درک صحیح از فناوری‌های نوظهور و مسائل اخلاقی آن‌ها وابسته است. فناوری نوظهور، فناوری‌های جدید، در حال توسعه و مبتنی بر دانش و تخصص فنی هستند و مفاهیم زیربنایی آن‌ها به حدی نوآورانه‌اند که در قالب‌های موجود در بازار نمی‌گنجند و با این‌که هنوز در مرحله‌ی تولید انبوه نیستند، می‌توان به آن‌ها به دید یک دستاورد ارزشمند نگریست که با ارزش اقتصادی قابل توجهی همراه خواهند بود. علی‌رغم تأثیرپذیری جدی این فناوری‌ها از شرایط اجتماعی و فنی جامعه می‌توانند بر حوزه‌های مختلف آن اثر مثبتی بر جای بگذارند (۱،۲).

نگرش به فناوری‌های زیستی در زمان و شرایط مختلف و بر اساس شواهد نویافته تغییر می‌یابد (۱). زیست‌فناوری‌ها بر پایه‌ی عواملی مانند تأثیر اجتماعی و سود اقتصادی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. سود خالص<sup>۱</sup> معیاری تحلیلی در فرآیند تصمیم‌گیری استفاده از فناوری‌های نوظهور است که برای تحلیل ارزش کاربردی هر فناوری، منافع و مضار نسبی ناشی از آن را به‌منظور مقایسه مستقیم در دو کفه‌ی ترازو قرار می‌دهد (۳). بر این اساس، فناوری‌ها می‌توانند به‌عنوان «کالای عمومی» یا «خیر عمومی»<sup>۲</sup> در نظر گرفته شوند و تأثیر اجتماعی زیاد و سود خالص مثبت داشته باشند (مانند واکسن‌ها) (۱). در حالت دوم، فناوری‌ها می‌توانند تأثیر اجتماعی کم، اما سود خالص مثبت داشته باشند و ارزش شخصی آن‌ها (منفعت معدودی از

## پیام‌های کلیدی

- تمامی طرف‌های درگیر در توسعه‌ی فناوری‌های نوظهور (پژوهشگران، صنایع، دولت و شهروندان) طرفدار توسعه‌ی مسؤولانه‌ی این فناوری‌ها هستند. این بدان معنا است که توسعه‌ی این فناوری‌ها یکی از ضروریات توسعه‌ی زندگی بشری است اما شناسایی نگرانی‌های اخلاقی، اجتماعی، قانونی و ارائه راهکار متناسب با هر کدام از چالش‌ها امری ضروری تلقی می‌شود.
- فناوری‌های نوظهور می‌توانند به سرعت به‌وجود آمده و گسترش یابند، به سرعت تکامل یابند و تغییر کنند و طیف گسترده‌ای از برنامه‌ها و بسترهای پژوهشی و تجاری را فراهم کنند. رویکردهای مختلف روش‌شناسانه در تحلیل اخلاقی زیست‌فناوری‌های نوظهور نقشی متفاوت از یکدیگر ایفاء می‌نمایند. رویکرد مبتنی بر اصول می‌تواند برای تنظیم زیست‌فناوری‌ها مؤثر باشد.
- شکل‌دهی اصول نظری اخلاقی در قالب توصیه‌های عملیاتی-کاربردی امری ضروری در جهت تسهیل ارزیابی و نظارت اخلاقی بر روند زیست‌فناوری‌های نوظهور در کشور خواهد بود.

افراد جامعه) بر منفعت عمومی‌شان برتری یابد (مانند داروهای مورد استفاده برای بیماری‌های نادر) (۱). در حالت سوم،

2- Public good

1- Net benefit

استفاده در امر سیاست‌گذاری در این حوزه ارائه می‌شود.

### نسبت تاریخی اخلاق و فناوری‌های نوظهور

نگرش به فناوری در موقعیت‌های تاریخی مختلف متفاوت بوده است. در آغاز سده‌ی ۱۶ میلادی، به‌واسطه‌ی تحوّل در علم و فناوری، درک از اخلاق نیز متحول شد. تمرکز علم، از انواع موجودات به قوانین حاکم بر طبیعت تغییر یافت و منجر به شکل‌گیری فناوری‌ها شد (۵،۶). صنعت از مقیاس کوچک به بزرگ تغییر شکل یافته و منابع تولید انرژی از جانداران به ماشین‌ها بدل شدند. با نظام‌بندی مجدد، اخلاق از تکیه بر راهنمایی‌های محتاطانه به سمت تدوین قوانین مبتنی بر رفتار انسانی تغییر کرد. در این بین شکاف‌هایی میان این نظام‌های اخلاقی پدیدار شد و روند تلاش‌های اخلاقی را به سوی تعیین ساختارهای مشخص و روشن جهت فرآیندهای تصمیم‌گیری اخلاقی تغییر داد (۵،۶).

از اوایل قرن بیستم میلادی، مباحثات اخلاق در فناوری در طیف گسترده‌ای از موضوعات و در سه بستر مختلف فرااخلاقی شکل گرفت. در دو بستر، سنت خردگرایانه‌ی اروپایی تعیین‌کننده‌ی نگاه اخلاقی بود و مکاتب اجتماعی-انتقادی و تاریخی-فرهنگی بر آن حکم‌فرمایی می‌کردند. در بستر سوم رویکرد تجربه‌گرایی<sup>۱</sup> با شیوه‌ی تحلیلی مدرن فلسفه مورد استفاده قرار گرفت (۵). در رویکرد اجتماعی-انتقادی، فناوری فرآیندی سازنده با پتانسیل‌رهایی و آزادی انسان بود که بر اصلاحات اجتماعی تأکید داشته و ریشه‌های خردگرایانه‌ی<sup>۲</sup> آن،

فناوری‌ها به‌دلیل تأثیر بسزایی که بر زندگی افراد جامعه دارند با استفاده‌ی گسترده همراه خواهند شد. این در حالی است که سود خالص منفی دارند و خطرات آن‌ها در ابتدای ورود آشکار نبوده و به تدریج شواهد خطرات و آسیب‌ها نمایان می‌شود (مانند آزبست) (۱). در آخر، نیز فناوری‌هایی وجود دارند که هم تأثیر کم و هم سود خالص منفی داشته و به‌واسطه‌ی عملکرد ضعیف‌تر نسبت به سایر فناوری‌های هم‌تراز به سرعت جایگزین می‌شوند (۱). مسلم است که فناوری‌های نوظهور در کنار مزایای قابل توجه می‌توانند پیامدهای نامطلوب و ناخواسته‌ی مستقیم (مانند مقاومت آنتی‌بیوتیکی) و غیرمستقیم (مانند از دست دادن تنوع زیستی یا نابرابری‌های شدید در درون و بیرون جوامع) را به همراه داشته باشند (۱).

فناوری شکل‌دهنده‌ی جنبه‌های مختلف زیست‌بشری و محرک قدرتمندی برای تغییرات اجتماعی و زیست-محیطی است و می‌تواند بر شیوه‌ی تعاملات اجتماعی و جامعه‌پذیری افراد اثرگذار باشد. بنابراین در ارزیابی ابعاد مختلف فناوری‌های نوظهور، توجه به تعاملات قوی بین فناوری و جامعه و نقش اساسی آن در شیوه‌ی زندگی افراد جامعه ضروری است (۴). این پژوهش از نوع مرور غیرنظام‌مند بوده و با بررسی متون موجود در زمینه‌ی اخلاق در فناوری تلاش می‌کند تا مجموعه‌ای از رویکردهای تحلیلی در ارزیابی و نظارت اخلاقی بر زیست‌فناوری‌های نوظهور را بررسی نموده و اصول اخلاقی مطرح در این حوزه را ارائه نماید. در نهایت، به منظور تسهیل ارزیابی اخلاقی بر روند رو به رشد زیست‌فناوری‌های نوظهور در سطوح مختلف سیاست‌گذاری کشور، خلاصه‌ی سیاستی جهت

## پیش فرض های اخلاقی مطرح در فناوری های نوظهور

در ارزیابی اخلاقی فناوری های نوظهور جنبه های خطر آفرین آن برای زندگی و رفاه انسان ها همواره مورد تأکید قرار می گیرد. این دیدگاه از فلسفه ی نئولادیسیم<sup>۷</sup> (خواستار کاهش یا توقف توسعه ی فناوری های جدید) منشا نمی گیرد، بلکه ارزیابی در جهت تعیین چالش های اخلاقی استفاده از فناوری های جدید با هدف تقویت آن ها انجام می شود (۳).

مفاهیم بنیادی دیگری به عنوان پیش فرض هایی برای ارزیابی اخلاقی مطرح شده اند که در جدول ۱ برخی از پیش فرض ها به همراه تعریف مفهوم کلیدی و مبنایی و چالش های منتج از آن ها ارائه شده است (۳، ۱). هر یک از این پیش فرض ها را که مبنای قضاوت اخلاقی قرار دهیم با چالش های متفاوتی مواجه می شویم و در ابتدا برای تصمیم گیری در مورد فناوری های نوظهور لازم است این چالش ها مورد بررسی قرار گیرند.

مارکسیسم<sup>۱</sup>، عمل گرایی<sup>۲</sup> و نئولیبرالیسم<sup>۳</sup> بود. پیش فرض این بود که فناوری دستیابی به ثروت و آزادی (پتانسیل رهایی بخشی) را برای همه امکان پذیر می کرد، اما سیر تاریخی آن، تحقق این آرمان، تنها برای صاحبان سرمایه داری را نشان داد. تحولات اقتصادی بعدی حتی منجر به فقر شدید طبقه ی کارگر و استثمار ایشان توسط صاحبان قدرت و ثروت شد (۵، ۶). رویکرد تاریخی-فرهنگی، فناوری را به عنوان راهی برای درک و تعیین اصالت و اعتبار می دانست و بر معنای شخصی تأکید داشت. ریشه های خردگرایانه ی این رویکرد در پدیدارشناسی<sup>۴</sup> و اگزیستانسیالیسم<sup>۵</sup> نهفته بود. هر دو رویکرد ادعا می کردند که فناوری های نوظهور به طور منحصربه فردی شرایط انسان را تغییر داده و مفاهیم اخلاقی موجود برای رسیدگی به این وضعیت در حال تغییر، کافی نیست (۵). در نهایت، رویکرد تحلیلی مدرن با نگاهی دوگانه به فناوری های خاص، آن ها را هم به عنوان مشکلات و هم راه حل در نظر داشت و بر مفاهیم مجزا و حل تدریجی و تکه تکه مسائل تأکید داشت. این رویکرد بر پایه ی تجربه گرایی و فایده گرایی<sup>۶</sup> بنا نهاده شد (۵).

جدول ۱ - پیش فرض های اخلاقی مطرح در فناوری های نوظهور و چالش های منتج از آن ها

پیش فرض	تعریف	چالش
آزادی (Liberty)	بدین معنا که به مردم اجازه دهیم تا زمانی که به سایر انسان ها، اجتماع و محیط زیست آسیبی وارد نکنند از فناوری های نوظهور استفاده نمایند.	- حق و حریم افراد در استفاده از فناوری های نوظهور در چه مرزی از آسیب به سایرین باید محدود شود. - برنامه های پژوهشی فناوری های نوظهور در تناقض با مقررات موجود قرار می گیرند یا نه. - میزان آسیب احتمالی در نتیجه ی فناوری های نوین، به صورت پویا، مورد ارزیابی قرار می گیرد یا نه.

5- Existentialism  
6- Utilitarianism  
7- Neo-Luddism

1- Marxism  
2- Pragmatism  
3- Neoliberalism  
4- Phenomenology

پیش فرض	تعریف	چالش
خوش بینی در فناوری <sup>۱</sup>	بدین معنا که استفاده از فناوری‌های نوظهور منجر به افزایش طول عمر، سلامت، راحتی در زندگی افرادی می‌شوند که به آن‌ها دسترسی دارند.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- باید برای رفع موانع استفاده از آن‌ها تلاش کرد و برای گسترش استفاده از آن‌ها در جوامع تبلیغ کرد.</li> <li>- علاوه بر فناوری‌های نوظهور، سطح رفاه اجتماعی متأثر از دموکراسی و حقوق بشر و نهادهای اجتماعی مانند دانشگاه‌ها و دولت‌ها بوده و تک بُعدی نیست و نقش آن‌ها نیز باید در نظر گرفته شود.</li> <li>- فناوری‌های نوظهور اغلب مشکلات و هزینه‌های بسیار جدی همانند تخریب محیط زیستی و تأثیر بر سلامت انسان‌ها را نیز به همراه داشته‌اند که نهادهای اجتماعی مجبور به پرداختن به آن هستند.</li> </ul>
جبرگرایی <sup>۲</sup>	بدین معنا که فناوری‌های نوظهور در یک جامعه با پیروی از سودمندی درونی خود پیشرفت می‌کند و تأثیرگذاری توسعه‌ی ساختارهای اجتماعی و ارزش‌های فرهنگی حاکم بر جامعه بر این روند.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ضرورت‌های اجتماعی خود تعیین کننده‌ی گسترش یا محدودیت استفاده در جوامع مختلف است.</li> </ul>
چرخه زندگی <sup>۳</sup>	بدین معنا که کل چرخه حیات فناوری از فرآیند استخراج منابع طبیعی برای تولید تا مرحله پایانی و معدوم سازی باید در ارزیابی در نظر گرفته شود.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- یک فناوری از منظر اجتماعی یا زیست‌محیطی بی‌خطر یا حتی مفید به نظر برسد، اما تمرکز بر چرخه‌ی حیات چالش‌های اجتماعی و اکولوژیکی مهمی را مطرح کند.</li> </ul>
قدرت <sup>۴</sup>	بدین معنا که استفاده از فناوری‌های نوظهور همواره با افزایش قدرت همراه بوده و می‌تواند با بهبود شرایط اجتماعی و بالا بردن رفاه اجتماعی، زندگی بشر را تسهیل کند.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مسؤولیت‌پذیری در قبال قدرت برخاسته از استفاده از فناوری‌های نوظهور و توسعه‌ی اخلاقی.</li> <li>- چه کسانی کنترل فناوری را در دست خواهد داشت.</li> <li>- چه کسانی احتمالاً با به‌کارگیری این فناوری توانمند یا ناتوان می‌شوند.</li> <li>- منافع چه کسانی می‌تواند با ترویج فناوری نوظهور ارتقاء یابد یا به خطر بیفتند.</li> </ul>
شکل زندگی <sup>۵</sup>	بدین معنا که با به‌کارگیری فناوری نوظهور توسط فرد یا جامعه به دلایل متعدد فرآیند تغییر شکل زندگی وارد شده و جنبه‌های فردی و اجتماعی تحت الشعاع قرار می‌گیرد.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- لازم است تأثیر فناوری مورد نظر بر جنبه‌های مختلف زندگی از جمله نحوه‌ی انجام کارها و تعاملات بین فردی، وابستگی‌ها و آسیب‌پذیری‌ها، و ارزش‌هایی مطرح برای فرد یا جامعه در نظر گرفته شود.</li> </ul>
بی‌طرفی فناوری (Technological neutrality)	بدین معنا که رابطه‌ی فناوری با فرهنگ جامعه خنثی است یا نه.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- فناوری باید در یک الگوی فعالیتی خاص قرار گیرد که به سبک زندگی خاص و مجموعه‌ای از ارزش‌ها تعلق دارد.</li> </ul>

- 1- Technological optimism
- 2- Determinism
- 3- Lifecycle
- 4- Power
- 5- Form of life

پیش فرض	تعریف	چالش
ابهام (Ambiguity)	بدین معنا که یک پدیده واحد بتواند دو یا چند معنای ناسازگار داشته باشد	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعریف منفعت و ضرر در هر یک از گروه‌های جامعه می‌تواند متفاوت از دیگری باشد.</li> <li>- توزیع عادلانه‌ی اخلاقی و اجتماعی مضرات و منافع چند بُعدی، با ارزش‌های متفاوت کوتاه‌مدت و بلندمدت در میان گروه‌های اجتماعی مختلف صورت گیرد.</li> <li>- جدی نگرفتن پیامدهای ابهام می‌تواند با چالش جدی از دست دادن اعتماد عمومی همراه باشد.</li> </ul>
عدم قطعیت (Uncertainty)	بدین معنا که امکان تعیین پیش از موعد نتایج حاصل از یک فناوری خاص وجود ندارد.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- علاوه بر اثرات بر سلامت و اثرات زیست-محیطی، پیامدهای اجتماعی ناشی از بکارگیری فناوری نوظهور نیز باید در پیش‌بینی‌ها مدنظر قرار گیرد.</li> <li>- از آن جایی که برخی از پیامدها امری دیررس بوده و پیش‌بینی آن‌ها دشوار است، اثرات اجتماعی گاهاً می‌تواند بسیار عمیق باشد.</li> <li>- استفاده‌های کنترل نشده یا استفاده دوگانه (Dual use) (سلامتی یا سلاح بیولوژیک) باید مدنظر قرار گیرد.</li> </ul>
پتانسیل تحول آفرینی	بدین معنا که فناوری‌های نوظهور ظرفیت جایگزینی روش‌های فعلی را به صورت کامل دارا هستند و منجر به حاشیه راندن فناوری‌های موجود خواهند شد.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- فناوری مورد نظر باید بتواند به گونه‌ای تغییر در پارادایم ایجاد کند و هم‌زمان معیارهای ارزیابی فناوری‌های هم‌رده خود را تغییر دهد و با اجتناب از اهداف یا مشکلاتی که در کانون توجه فناوری‌های قبلی قرار داشت، اهداف جدید و مشکلات جدیدی را پیش رو قرار دهد.</li> </ul>

## روش‌شناسی تحلیل اخلاقی

در یک دهه‌ی گذشته، شش رویکرد متمایز برای ارزیابی فناوری‌های نوظهور مورد استفاده قرار گرفته است (جدول شماره ۲) (۲۰۷، ۸، ۹، ۱۰). رویکرد اول، رویکرد عمومی<sup>۱</sup> است که بر ویژگی‌های عمومی فناوری‌ها تمرکز می‌کند و چالش‌های اخلاقی را فارغ از محصول، موارد استفاده و تأثیر آن مورد ارزیابی قرار می‌دهد (۲). رویکرد بعدی، رویکرد مبتنی بر پیش‌بینی<sup>۲</sup> است که تحلیل اخلاقی را با انواع روش‌های آینده‌پژوهی ارائه

می‌دهد و برای پیش‌بینی محصولات، کاربردها و تأثیرات محتمل آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲، ۷).  
رویکرد سوم تحلیل اخلاقی خطر<sup>۳</sup> است که بر مخاطرات بهداشتی، ایمنی، اقتصادی و زیست-محیطی فناوری‌ها تمرکز می‌کند. ارزیابی خطر به تنهایی و یا به صورت ارزیابی منفعت-خطر انجام می‌شود (۲، ۸). از آن جایی که این رویکرد نیازمند برآورد پیامدهای احتمالی آتی فناوری نوظهور است، می‌توان آن را زیرمجموعه‌ی رویکردهای مبتنی بر پیش‌بینی دانست. با این

- 1- Generic approach
- 2- Anticipatory approach
- 3- Ethical risk analysis approach

Website: <http://ijme.tums.ac.ir>

حال، چون تمرکز کمتری بر خطر و روش‌های ارزیابی آن دارند، در یک دسته‌ی مجزا قرار داده می‌شوند (۲).

### جدول ۲ - رویکردهای مطرح در ارزیابی فناوری‌های نوظهور

ویژگی	رویکرد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- رویکردی مبتنی بر تحلیل مفهومی و مشاهدات تجربی</li> <li>- در پاره‌ای از موارد پیش‌بینی تأثیرات آینده‌ی آن بر زندگی بشر و محیط زیست نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.</li> <li>- برای انجام ارزیابی به توسعه‌ی گسترده‌ی فناوری مورد نظر و استفاده از آن در جامعه نیاز نیست بلکه می‌توان با تکیه بر چالش‌های فناوری‌های موجود و بهره‌گیری از گمانه‌زنی در مورد آینده به ارائه استلال‌های خود پرداخت.</li> </ul>	رویکرد عمومی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- مسائل اخلاقی محتمل در کاربردهای آتی فناوری نوظهور را شناسایی کرده و مورد تجزیه و تحلیل اخلاقی قرار می‌دهد.</li> <li>- بیش‌تر برای شناسایی مسائل اخلاقی کلی‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما منحصراً می‌تواند مسائل اخلاقی مرتبط با محصولات آینده‌ای که پیش‌بینی شده، کاربردها و پیامدهای اجتماعی آن را شناسایی کند.</li> <li>- بر اطلاعاتی در مورد آینده متکی است که نامشخص و بر پایه‌ی گمانه‌زنی است و می‌تواند به عنوان یک نقطه ضعف مهم به حساب آید.</li> </ul>	رویکرد مبتنی بر پیش‌بینی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- زیرمجموعه‌ی رویکردهای مبتنی بر پیش‌بینی محسوب می‌شود زیرا نیازمند برآورد احتمالات پیامدهای آتی فناوری نوظهور است.</li> <li>- تمرکز آن بر ارزیابی کمی و مبتنی بر اخلاق مخاطرات و مزایای فناوری‌های نوظهور به عنوان نقطه‌ی مثبت آن محسوب می‌شود.</li> <li>- ارزیابی را بر اساس متد کمی انجام می‌دهد و دایره‌ی ارزیابی را به خطرات یک فناوری محدود کرده و سایر چالش‌های اخلاقی را نادیده می‌گیرد.</li> </ul>	رویکرد تحلیل اخلاقی خطر
<ul style="list-style-type: none"> <li>- اصول اخلاقی احترام به افراد، سودرسانی و عدالت را به عنوان اصول اساسی خود برمی‌گزیند.</li> <li>- مجموعه‌ای از شروط متعدد از جمله عدم وجود روش معقول برای دستیابی به دانش در مورد خطرات بالقوه، انتظار معقول دستیابی به منافع اجتماعی، تأیید علمی پژوهش توسط ساختارهای ذی‌صلاح را برای آزمایش مسؤولانه بر اساس این سه اصل اساسی مطرح می‌کند.</li> <li>- در ورود تدریجی یک فناوری به جامعه قابلیت استفاده خواهد داشت.</li> </ul>	رویکرد تجربی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- طراحی و اجرای فرآیند ارزیابی و تصمیم‌گیری بر پایه‌ی مشورت دموکراتیک با حضور عموم مردم (یا حداقل نمایندگان شایسته‌ی آنها) و ذی‌نفعان به عنوان پایه‌ی اصلی در این رویکرد است که باید معیارهای اخلاقی مناسب برای چنین فرآیندی تدوین شود.</li> <li>- رسیدن به تصمیم واحد اخلاقی در شرایط تکثر آرا به شکلی برابر بر اساس نظر همه‌ی مشارکت‌کنندگان امری دشوار خواهد بود و نیازمند فراهم آوری امکان مباحثه‌ی مؤثر بین عموم جامعه و اخلاقیون است.</li> <li>- برای رسیدن به یک گفتمان مؤثر و دوطرفه نیاز است که عموم جامعه با قواعد گفتمانی متخصصین اخلاق آشنا شوند تا عدم توازن قدرت دو طرف مباحثه به حداقل برسد.</li> <li>- خطر عدم تسلط کافی جامعه به مسایل تخصصی و اخلاقی از موارد تهدیدکننده‌ی آن است.</li> </ul>	رویکرد اخلاقی مشارکتی و مشورتی

رویکرد	ویژگی
<p>رویکرد مبتنی بر اصول</p>	<p>- انتظارات اخلاقی مورد نظر به صورت کیفی با ذکر دلایل زیربنایی مطرح می‌شود و به جای تدوین قوانین سخت‌گیر و غیرقابل انعطاف به سازمان‌ها و نهادهای ذی‌نفع این اختیار را می‌دهد تا با در نظر گرفتن مفاهیم اصلی، مقررات خود را تنظیم نمایند.</p> <p>- از گرایش به طراحی چک لیست ممانعت می‌کند و سعی می‌کند به جای هم‌خوانی با قوانین از پیش تعیین شده، روح اصلی مضامین اخلاقی را جاری سازد. به نوعی در حال ایفای نقش نظارتی با شیوه‌ای منعطف است.</p> <p>- اصول به‌طور کلی بیان می‌شوند و لازم است در مرحله‌ی پیاده سازی از مشارکت متخصصین اخلاق استفاده شود تا با انطباق اصول مورد نظر در زمینه‌های مختلف راه‌حل‌های اخلاقی مناسب انتخاب شود و از تفسیر به رأی در زمینه‌ی مفاهیم اخلاقی جلوگیری به عمل آید.</p>

## اصول اخلاقی مطرح در زیست فناوری های نوظهور

برای برپایی و تداوم رویکرد مبتنی بر اصول در ارزیابی‌های هر فناوری نیاز است که اصول اخلاقی کلی در برخورد با آن‌ها شناسایی شوند. در ادامه به ارائه اصول اساسی و توصیه‌های پیرامون هریک از آن‌ها می‌پردازیم که باید در فرآیند تدوین راهنماهای اخلاقی مد نظر قرار گیرند. این اصول عبارتند از:

### الف - اصل خطر-هزینه-فایده<sup>۳</sup>:

نگرانی از خطرات سلامتی ناشی از زیست فناوری‌ها با نگرانی از ایمنی افرادی که با ارگانسیم‌های مصنوعی کار می‌کنند، آغاز شده و به تدریج با نگرانی‌های گسترده‌تر در زمینه‌ی بهداشت عمومی مانند رها سازی سهوی یا عمدی محصولات آن در محیط همراه می‌شود (۱۱). طراحی سازوکارهای ایمنی همانند تعبیه‌ی موانع فیزیکی یا ارائه‌ی راهبردهای تضمین کننده‌ی عدم ادامه حیات ارگانسیم در محیطی غیر از آزمایشگاه، می‌توانند به کاهش این نگرانی‌ها

روش دیگر، رویکرد تجربی<sup>۱</sup> است که مبتنی بر تفکر وجود ابهامات زیاد در مورد پیامدهای فناوری‌ها برای جامعه است که نمی‌توان آن‌ها را از طریق رویکردهای آینده‌نگاری پیش‌بینی کرد (۲). رویکرد پنجم، رویکرد اخلاقی مشارکتی و مشورتی<sup>۲</sup> است که در آن ارزیابی اخلاقی یک فرآیند از بالا به پایین و مبتنی بر تخصص است که نمی‌تواند دیدگاه‌های عمومی متکثر را در نظر بگیرد (۲۰۹). روش ما در این مقاله، استفاده از رویکردی است که مبتنی بر اصول<sup>۳</sup> نامیده می‌شود و پیش زمینه‌ی شکل‌گیری آن، تعارض سنتی میان دو رویکرد مبتنی بر قوانین و مبتنی بر استاندارد است. پایبندی به قوانین، علی‌رغم اطمینان بیشتر، سخت‌تر است. در مقابل، استانداردها بیش‌تر ذهنی هستند و در معرض تفاسیر مختلف قرار می‌گیرند (۱۰). این رویکرد، یک گام فراتر از رویکرد مبتنی بر استانداردها، به جای تعیین الزامات استانداردها و تعهدات عمومی، بر دستیابی بر نتایج مطلوب تمرکز می‌کند و از اصولی گسترده، کلی و انتزاعی به‌عنوان راهنما استفاده می‌کند (۱۰).

3- Principle-based approach  
4- The Risk-Cost-Benefit principle

1- Experimental approach  
2- Participatory and deliberative ethical approach



برآورد خطر همراه با تجزیه و تحلیل موارد عدم قطعیت‌های مرتبط با آن ارائه شود. در نهایت، سطح ایمنی محصول فناورانه (از ایمنی کامل تا عدم ایمنی) مشخص می‌شود (۱۳، ۱۴). به‌طور کلی، قوانین مرتبط با ارزیابی خطر تنها به مفاهیم انسانی، زیست‌محیطی و اقتصادی از خطر می‌پردازد. در این میان، جامعه آسیب‌های ایجاد شده در حوزه‌ی رفاه و جریان زندگی روزمره‌ی خود را (همانند از دست دادن شغل، آسیب فرهنگی، نابرابری‌های فزاینده) فراتر از آسیب‌های سلامتی و یا آسیب بر بدنه‌ی محیط زیست اولویت‌بندی می‌کند (۱۳).

اجزای کلیدی و به‌هم پیوسته تحلیل هزینه-فایده-خطر شامل در نظر گرفتن مزایا و هزینه‌هایی با تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر رفاه بشر، خواسته‌ها یا اولویت‌های ابراز یا آشکار شده‌ی افراد، اختصاص واحد مشترک ارزشی به مزایا و هزینه‌ها، و انتخاب گزینه‌ای با بیش‌ترین نسبت مازاد خالص مزایا هستند که غالباً توسط متخصصان در نظر گرفته می‌شوند (۱۲).

#### ب- اصل پابندی به حقوق فردی:

رابطه‌ی متقابل حقوق فردی و زیست‌فناوری نیازمند مدیریت نحوه‌ی عملکرد آن‌ها از دریچه‌ی حقوق بشر است. احترام به حقوق افراد، باید در چارچوب حاکمیت ملی و بین‌المللی به رسمیت شناخته شود و به معنای لزوم تکامل هم‌زمان زیست‌فناوری در تعامل با هنجارهای حقوق بشر و پیاده‌سازی آن‌ها به‌ویژه در سطح کنشگرهای جهانی مانند سازمان سلامت جهانی<sup>۱</sup> است (۱۵). اسناد متعدد بین‌المللی در حوزه ژنتیک همانند اعلامیه جهانی یونسکو (۱۹۹۷)، رویکرد احترام به حقوق بشر را به‌عنوان اصلی اخلاقی تبیین می‌کنند و

کمک نمایند (۱۱). نگرانی‌های دیگر مرتبط با صنایع مصرف‌کننده‌ی فناوری‌های نوظهور است. علی‌رغم نیاز به منابع گسترده برای تولید انبوه هر فناوری، بسیاری از آن‌ها در مرحله‌ی پیش از تولید تنها احتمالات صرف هستند که می‌توانند به دلایل مختلف از بین رفته یا پابرجا بمانند. (۱۱). آنالیز هزینه-فایده روشی ساختارمند برای وزن‌دهی یک تصمیم در مقابل هزینه‌های برخاسته از اجرای آن است که می‌تواند در سطوح مختلف از یک شرکت خصوصی تا تصمیمات کلان دولتی مورد استفاده قرار بگیرد (۱۲). برای مثال اجرای اصلاحاتی در کمربند ایمنی و کیسه هوا در خودروها در آمریکا را با توجه به محدودیت بودجه در این کشور در نظر بگیرید. علی‌رغم تعارض اجباری کردن کمربند ایمنی با احترام به حقوق و آزادی‌های فردی، به دلیل هزینه‌ی مالی مستقیم کم‌تر آن در مقایسه با نصب اجباری کیسه‌ی هوا، این عمل تصمیمی اخلاقی در نظر گرفته شد (۱۱ و ۱۲). بنابراین، چالش اساسی تحلیل‌های هزینه-فایده چگونگی ساختاربندی آن بدون در تعارض قرار گرفتن با حقوق و آزادی‌های فردی و ملاحظات مبتنی بر اصول است (۱۲). برای استفاده از این اصل، باید یک فرآیند (سناریوی) خطر براساس سه پرسش اصلی شامل چه چیزی می‌تواند اتفاق بیفتد (روش‌های وقوع)، چقدر احتمال دارد که اتفاق بیفتد (امکان وقوع) و اگر اتفاق بیفتد چه عواقبی در پی خواهد داشت (پیامد نامطلوب) تعریف شده، و همه راه‌های منجر به اتفاقات ناخوشایند بررسی شود. (۱۳، ۱۴). لازم است که اهداف ارزیابی خطر، گزینه‌های مدیریت خطر و آستانه‌ی قابل تحمل عدم اطمینان در تصمیم‌گیری را مشخص نمود و سپس، توصیف و

1- World Health Organization

معتقدند که پیشرفت‌های علمی باید برپایه‌ی حقوق بشر ارزیابی شوند (۱۶).

«اعلامیه جهانی یونسکو درباره اخلاق زیستی و حقوق بشر» (۲۰۰۵)، اصول و حقوق فردی را در دسته‌های "حقوق افراد به مثابه‌ی یک انسان" (کرامت انسانی؛ منفعت و استقلال)، "حقوق افراد در تعامل با سایر افراد" (رضایت، حریم خصوصی، برابری)، "حقوق افراد به مثابه‌ی عضوی از جوامع انسانی" (احترام به تنوع فرهنگی)، "حقوق افراد به مثابه‌ی کل بشریت" (همبستگی، مسؤولیت اجتماعی، اشتراک منافع) و "حقوق افراد در تعامل با موجودات زنده و محیط زیست آنها" (حفاظت از نسل‌های آینده، محیط زیست و تنوع زیستی) در نظر می‌گیرد (۱۷). هر یک از این حقوق کلی به تناسب نوع زیست‌فناوری مورد نظر قابلیت بحث بیش‌تری را خواهد داشت، به عنوان مثال، در سند اخلاقی کمیته بین‌المللی اخلاق زیست‌پزشکی یونسکو در نورو تکنولوژی<sup>۱</sup> اصول تمامیت ذهنی/مغزی، هویت شخصی و تداوم روانشناختی، اتونومی و حریم خصوصی به عنوان حقوق فردی مورد توجه قرار می‌گیرد (۱۸).

این‌که اصل هزینه-فایده چقدر باید یا می‌تواند در مورد هنجارهای اخلاقی نقش تعیین‌کننده داشته باشد، مورد مناقشه است و مشخص نیست که آیا باید نتایجی که از تحلیل‌های صرف گرفته می‌شود به‌عنوان تصمیم نهایی دولت‌ها اعمال شود یا خیر. هم‌چنین در زمینه‌های مقررات زیست-محیطی، ایمنی و بهداشت، اگر مزایای یک تصمیم خاص بیش‌تر از هزینه‌های آن نیست، می‌تواند تصمیم درستی باشد اما چالش اخلاقی این است که نمی‌توان اخلاق را تنها به برتری مزایا بر هزینه‌ها

فروکاست (۱۲). در راستای متعادل سازی اصل هزینه-فایده با مفاهیم حقوق فردی<sup>۳</sup> روش پیشنهاد شده است.

الف- ارزش‌گذاری عددی و وزن‌دهی: علی‌رغم اهمیت ملاحظات وظیفه‌گرایانه، اگر فواید نادیده انگاشتن یک وظیفه به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد، می‌توان آن را نادیده گرفت که با دیدگاه وظیفه‌گرایی معتدل دیوید راس<sup>۲</sup> مطابقت دارد. توافق درباره‌ی حد آستانه‌ی مجاز برای نقض حقوق افراد بسیار سخت است و پیاده سازی آن در عمل برای حقوق و محدودیت‌های ناشی از وظیفه‌گرایی امکان‌پذیر نبوده و با خطر خطا همراه است (۱۲، ۱۹).

ب- فیلترهای خروجی: حقوق به‌عنوان محدودیتی در عملکردهای مجاز عامل اخلاقی تلقی می‌شود و با دیدگاه روبرت نوزیک<sup>۳</sup> از حقوق طبیعی همسو است که حقوق را محدودیت‌هایی می‌داند که بر انتخاب‌های مجاز جامعه اعمال می‌شوند (۲۰) و اجزایی هستند که ما اخلاقاً مجاز به تغییر آن نیستیم و می‌توانند تعدادی از گزینه‌های موجود را حذف کنند و به‌عنوان مانعی در انتهای ماشین تصمیم‌گیری در جهت جلوگیری از شکل‌گیری سیاست‌های ناقض حقوق افراد یا ارزش‌های اخلاقی عمل کنند. البته فیلترهای خروجی می‌تواند همه‌ی الزامات جهان را با چالش "غیرقابل تغییر بودن" مواجه سازد و از سوی دیگر برخی از انتخاب‌ها حقوق فرد را نقض نمی‌کنند اما باز هم از نظر اخلاقی نامطلوب هستند (۱۲).

ج- فیلترهای ورودی: در این روش برخی از اطلاعات وارد شده به فرآیند تحلیل فیلتر می‌شود و از ورود ترجیحاتی که منجر به بی‌احترامی به عموم می‌شود، جلوگیری می‌کند. با

1- Neurotechnology

2- David Ross

3- Robert Nozick (1938-2002)

نیز با تحولات اجتماعی و با پرهیز از نظردهی دلبخواهی تعیین شود. در نهایت، تعریف ارائه شده باید به اندازه‌ی کافی مهم باشد تا شاخص‌های پایداری را در فناوری نوظهور تعریف کند، برای آن مقادیر هدف مشخص کند و امکان اندازه‌گیری تجربی و پایدار آن‌ها نیز وجود داشته باشد (۲۳). بر اساس این اصل، حفظ طولانی مدت طبیعت و محیط زیست سالم و پایدار برای رفاه انسان ضروری است، لذا باید عدالت بین نسلی<sup>۶</sup> در برخورداری از منابع در ارزیابی اخلاقی مورد توجه قرار گیرد (۲۳). از آنجایی که رفاه انسان و تولید محصولات فناوری‌ها حتماً به منابع طبیعی و شرایط زیست محیطی وابسته است، باید حفظ منابع و دارایی‌های طبیعی در ارزیابی اخلاقی فناوری‌های نوظهور مد نظر قرار گیرد (۲۴).

#### د- اصل طبیعی بودن<sup>۷</sup>:

دو اصل طبیعی بودن و پایداری رابطه‌ی متقابلی با یکدیگر دارند. برای ارزیابی بر پایه‌ی این اصل باید علاوه بر ارائه‌ی تعریف دقیق طبیعی بودن، نحوه‌ی ارتباط با طبیعت را مشخص کرد. اگر محصولات حاصل از زیست‌فناوری از طریق فرآیندهای میکروبی یا آنزیمی ساخته شوند، آن‌ها را طبیعی تلقی می‌کنند، اما اگر این محصول بر پایه‌ی موجودات مهندسی شده و در شرایط صنعتی تولید شده باشد، با مفاهیم رایج طبیعی بودن مطابقت نخواهد داشت (۲۱).

این تفکر که اجزای طبیعت قابلیت دستکاری دارند و موجودات زنده قابل طراحی و کنترل هستند، یک اشتباه راهبردی محسوب می‌شود. لذا باید با این دید با طبیعت برخورد

این‌حال افراد از بیان ترجیحات خود باز نمی‌مانند ولی از به رسمیت شناختن خواسته‌های نادرست و غیراخلاقی افراد پیشگیری می‌شود (۲۱).

#### ج- اصل پایداری<sup>۸</sup>:

به‌کارگیری فناوری نوظهوری اخلاقاً زمانی مجاز شمرده می‌شود که "منجر به کاهش چشمگیر و بلندمدت منابع طبیعی، اجتماعی یا اقتصادی در جامعه نشود" (۲۲). مفهوم پایداری دو شکل دارد؛ نوع اول، پایداری محدود<sup>۲</sup> است که استفاده از فناوری علی‌رغم کاهش منابع طبیعی در کوتاه‌مدت با کاهش چشمگیر و بلندمدت همراه نخواهد بود. نوع دوم، پایداری گسترده<sup>۳</sup> نامیده می‌شود که شامل عناصر اقتصادی و اجتماعی علاوه بر منابع طبیعی است که به‌عنوان سه ستون یا بعد پایداری محسوب می‌شوند. پایداری ویژگی درجه‌بندی‌پذیر است و برخی از فرآیندها، اقدامات و مصنوعات فناوری، پایداری کم‌تر یا بیش‌تری دارند (۲۲). پایداری گسترده به دو دسته تقسیم می‌شود. پایداری گسترده و ضعیف<sup>۴</sup> که کاهش قابل توجهی در بلندمدت در منابع رخ نمی‌دهد که در نتیجه زیان‌های هر یک از ابعاد با دستاوردهای سایر ابعاد جبران خواهد شد و پایداری گسترده و قوی<sup>۵</sup> که تفاوت آن با نوع اول در عدم جبران زیان‌های هر یک از ابعاد با دستاوردهای سایر ابعاد است (۲۲).

برای ارزیابی پایداری، باید در یک رابطه‌ی عینی روشن مشخص شود که اصطلاح پایداری به چه چیزهایی اطلاق می‌شود. در عین حال، باید بین شیوه‌های پایدار و غیرپایدار، تمایز واضحی مشخص شود و نسبت‌های عینی این قضاوت‌ها

5- Broad and strong sustainability  
6- Intergenerational justice  
7- Naturalness Principle

1- The Sustainability Principle  
2- Narrow sustainability  
3- Broad sustainability  
4- Broad and weak sustainability

قانون‌گذاری‌های بین‌المللی مانند اسناد گرمایش جهانی و دفع زباله‌های سمی وارد شده و سطح کنترل خطرات را از برخورد بعد از وقوع (جبران ضرر) به سطح قبل از وقوع (اقدامات پیش‌بینی و پیشگیری) تغییر داده است. در گزارش انجمن جهانی اخلاق علم و تکنولوژی (COMEST) <sup>۳</sup> شناخته شده‌ترین تعریف این است که «در مواردی که خطر آسیب جدی یا غیرقابل برگشت وجود دارد، عدم قطعیت علمی در مورد خطرات، نباید دلیلی برای به تعویق انداختن اقدامات هزینه-فایده برای جلوگیری از تخریب محیط زیست باشد.» (۲۶ و ۲۸). در تعریف عملکردی که COMEST ارائه می‌دهد، تأکید بر آسیب‌های غیرقابل قبول از منظر اخلاقی است که در نتیجه‌ی فعالیت‌های بشری ایجاد می‌شود و شامل آسیب فردی یا محیطی است که تهدید کننده جان یا سلامتی انسان یا جدی و غیر قابل برگشت یا نسبت به نسل حاضر یا آینده ناعادلانه و یا بدون توجه کافی به حقوق فردی افراد درگیر تحمیل شده باشد (۲۵). بنابراین منظور از احتیاط، پیش‌بینی و تشخیص همه‌ی خطرات برای سلامتی و محیط‌زیست، بررسی دقیق اثرات منفی احتمالی و اقدامات موجود برای پیشگیری است و معنای آینده‌نگری دارد (۲۷).

بر این اساس، اقدامات در پاسخ به تهدید باید مقرون به صرفه باشد، اگر چه روشن نیست که در مواردی که اصل احتیاط و اصل هزینه-فایده گزینه‌های متفاوتی را توصیه می‌کنند، چه رویکردی را باید اتخاذ کرد (۲۵). منتقدان معتقدند که تهدید در یک مقطع زمانی ممکن است در برهه‌ای دیگر اصلاً تهدید به حساب نیاید. از سوی دیگر مبهم بودن منطقی و مفاهیمی

شود که موجودات زنده اساساً غیرقابل پیش‌بینی هستند. این رویکرد می‌تواند از به هدر رفتن پول و سایر منابعی که می‌تواند در گزینه‌های پایدارتر سرمایه‌گذاری شود، اجتناب کند (۲۱). طبیعت منبعی قوی است و زیست‌فناوری فرصتی عالی برای یافتن راه‌حل‌های کارآمد برای مشکلات جدی (تغییرات آب و هوایی و یا کمبود منابع)؛ بنابراین، چون برای دستیابی به جهانی پایدار، نمی‌توان از امکاناتی که طبیعت از مسیر زیست‌فناوری‌ها فراهم می‌کند، به راحتی گذر کرد، در ارزیابی زیست‌فناوری در مقیاس صنعتی، باید موارد مذکور را مد نظر قرار داد تا چالش‌های اجتماعی و اخلاقی احتمالی پیش‌رو نیز لحاظ شوند (۲۱).

#### ۵- اصل احتیاط!

اصل احتیاط در ابتدا به‌عنوان اصلی حقوقی در قوانین ملی محیط زیست آلمان (۱۹۷۴ میلادی) تصویب شد (۲۵). در ده‌های اخیر، اصل احتیاط یکی اجزای اساسی توسعه پایدار (در نظر گرفتن نیازهای نسل حاضر بدون صدمه جدی و غیرقابل جبران به نیازهای نسل آتی) بوده و در برگینده مفاهیم عدالت بین و درون نسلی <sup>۲</sup> است. عدم قطعیت در همراهی با خطرات غیرقابل پیش‌بینی و روبه رشد با احتمال ایجاد آسیب‌های انسانی و زیست-محیطی، جوامع را به سمت استفاده از چارچوب‌های پیش‌بینی‌کننده‌ی این خطرات سوق داده که تحت عنوان اصل احتیاط شناخته می‌شود (۲۶). بر طبق این اصل، تا جایی که از نظر انسانی امکان‌پذیر باشد باید از آسیب، قبل از وقوع آن جلوگیری کرد، حتی اگر شواهد علمی، ناکافی و یا غیرقطعی باشند (۲۷). این اصل در بسیاری از

3 World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology

1- The Precautionary Principle  
2- Intra- and inter-generational equity

تغییر به نسل بعدی و پایداری محصولات ناشی از همان زیست‌فناوری تمایلی نخواهند داشت (۲۱). در واقع فناوری پس از ظهور، مسیری را طی می‌کند که دشوار و پرهزینه است و لذا برای دوره‌های طولانی هم‌چنان پایدار می‌ماند و به واسطه‌ی هزینه‌ی اقتصادی حتی در مواجهه با رقبا با کیفیت برتر نیز جایگزین نمی‌شود (۳۱). صنایع با تدوام نوآوری می‌توانند تا انحصار موقت خود را در یک زیست‌فناوری حفظ یا تجدید کنند. علاوه بر این، موفقیت فناوری نوظهور در یک سال مالی و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه یک زیست‌فناوری می‌تواند شرکت‌ها را از گیر افتادن در قفل فناوری برهاند. (۳۲). ترسیم مسیر نوآوری (دستیابی به نوآوری در آینده) برای زیست‌فناوری می‌تواند منجر به صدور مجوز به تولید محصول زیست‌فناورانه شود حتی اگر فایده‌ی زود هنگامی برای آن محصول متصور نباشیم (۲۱). لذا ضروری است اهداف استفاده از زیست‌فناوری در جامعه و جایگزین‌های محتمل برای آن مشخص شود (۲۱).

#### ز- اصل نظارت مسؤولانه<sup>۴</sup>:

علاوه بر تأثیر زیست‌فناوری‌های نوظهور بر سلامت و رفاه بشر، تأثیرات ناشناخته آن‌ها بر محیط زیست و نسل‌های آینده بشر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این اصل مستلزم ایجاد فرآیندهایی برای ارزیابی منافع احتمالی همراه با ارزیابی ایمنی قبل و بعد از اجرای پروژه‌ها است و هم‌گام با توسعه‌ی فناوری‌ها، طراحی یک فرآیند مسؤولانه برای ارزیابی ایمنی آن‌ها ضروری خواهد بود (۳۳). به‌واسطه‌ی ماهیت فناوری‌های نوظهور قبل از

کلیدی، اصل احتیاط را فاقد شرایط لازم به‌عنوان یک استاندارد اخلاقی تعیین‌کننده می‌کند و ساختار مفهومی آن (ممنوعیت هر فناوری به دلیل همراه بودن با خطر آسیب) به سمت مطلق‌گرایی حرکت می‌کند (۲۵).

نکته کلیدی، تمایز بین «پیشگیری<sup>۱</sup>» و «احتیاط<sup>۲</sup>» است که مفاهیمی مرتبط و در بیش‌تر زبان‌ها هم‌معنی هستند اما در برخی بحث‌های حقوقی و اخلاقی معنای کاملاً متفاوتی دارند. اصل پیشگیری در مورد خطراتی است که قابل اندازه‌گیری در چارچوب احتمال هستند و اصل احتیاط، در مورد خطرات ناشناخته و غیرقابل اندازه‌گیری است. از دیدگاه فضیلت‌گرا نیز، احتیاط به فضیلت تدبیر و دوراندیشی<sup>۳</sup> مربوط می‌شود، از این‌رو، رویکرد احتیاط هم یک ارزش اخلاقی و هم یک قاعده‌ی حقوقی است، زیرا هر فردی در چارچوب اخلاق و قانون مسؤول انتخاب‌های آزادانه‌ی خود است (۲۵،۲۷). از سوی دیگر، تمایز بین «اصل» و «رویکرد» در تدوین برخی اسناد بین‌المللی مورد مناقشه بوده؛ «اصل» الزام آور است، در حالی که یک رویکرد در برخی موارد خاصی می‌تواند الزام‌آور باشد (۲۷،۲۹).

#### و- اصل سیر تکنولوژی<sup>۴</sup>:

بر اساس مسیر مورد حمایت زیست‌فناوری نوظهور در آینده، می‌توان سیر تکنولوژی را مسیری تعریف کرد که یک فناوری نوآورانه از زمان توسعه تا استقرار خود طی می‌کند (۲۱،۳۰). توسعه‌ی برخی از زیست‌فناوری‌ها می‌تواند منجر به قفل فناوری<sup>۵</sup> شوند و همه‌ی سرمایه‌گذاری‌ها در نسل اول محصولات یک زیست‌فناوری انجام شده و صاحبان صنایع برای

4- The Principle of Trajectory

5- Lock-in

6- The Responsible Stewardship Principle

1- Prevention

2- Precaution

3- Prudence

شروع پژوهش نمی‌توان به همه‌ی سؤالات ایمنی پاسخ قطعی داد؛ بنابراین ارزیابی مستمر خطرات و فواید در تمامی مراحل اجرای پژوهش لازم است. براساس "اصل احتیاط" وظیفه‌ی اثبات ایمنی فناوری نوظهور با کسانی است که از پژوهش و استفاده از آن حمایت می‌کنند. براساس مسئولیت اجتماعی در جهت محافظت از مردم یا محیط زیست در برابر آسیب‌های قابل اجتناب، حفاظت‌ها باید تنها در حضور شواهد علمی معتبر مبنی بر عدم احتمال آسیب کاهش یابد. وجود یک نظام پویا (ترجیحاً بر عهده‌ی نهادی دولتی) برای نظارت و شناسایی دقیق آسیب‌ها و منافع احتمالی فناوری‌های نوظهور با اختیارات کافی برای مشارکت حداکثری بخش دولتی و خصوصی و تعامل مؤثر با سایر کشورها ضروری است (۳۳، ۳۴، ۳۵).

همکاری بین‌المللی برای ایجاد، اجرا و به‌روز رسانی دوره‌ای استانداردهای ایمنی جهانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در عین حال، نهاد مسؤول نظارت باید فرهنگ مسئولیت‌پذیری و پاسخگویی را نیز تقویت نماید. این امر از طرّقی هم‌چون آموزش‌های مستمر اخلاق حرفه‌ای و اخلاق پژوهش برای اعضای فعال در هر شاخه‌ی تخصصی محقق می‌شود. آموزش عمومی در جهت مطالبه‌گری مردم از پژوهشگران برای پرهیز از انجام پژوهش‌هایی با ریسک بالا می‌تواند بر رفتار اخلاقی اعضای مؤثر باشد که نیازمند پایه‌گذاری نهادی مشخص جهت تبیین فرآیند و تدوین محتوا است (۳۳).

### ح- اصل منفعت عمومی!

منظور به حداکثر رساندن منافع عمومی و به حداقل رساندن آسیب عمومی است و دربرگیرنده‌ی وظیفه‌ی دولت حاکم برای

ترویج فعالیت‌های فردی و شیوه‌های نهادی برای بهبود رفاه عمومی است (۳۳، ۳۴). سرمایه‌گذاری مستمر با استفاده از بودجه بخش عمومی علاوه بر بودجه بخش خصوصی در زمینه‌ی زیست‌فناوری‌های نوظهور به‌همراه همکاری این دو بخش می‌تواند فرصت ارتقاء و اولویت دادن به خیر عمومی را برای رسیدگی به مشکلات جدی مؤثر بر رفاه جمعی فراهم آورد (۳۳). و نشان‌دهنده‌ی افزایش تمرکز، نظارت و مسئولیت‌پذیری شفاف و پاسخگو بر هر فناوری نوظهور است. همکاری متقابل پژوهشگران، مخترعان و دارندگان حق ثبت اختراع برای توسعه استراتژی‌های مؤثر در به حداکثر رساندن فرصت‌های نوآورانه متضمن اصل منفعت عمومی است. نهادهای ذی‌ربط باید روبه‌های رسیدگی و شرایط اعطای حق مالکیت معنوی و ثبت اختراع در حوزه‌ی زیست‌فناوری‌های نوظهور را با توجه به شرایط ملی و قوانین کشور تدوین نمایند (۳۳).

### ط- اصل عدالت و انصاف!

فیدن و پاورز<sup>۳</sup> اهداف دوگانه‌ای را برای عدالت در زیست‌فناوری‌ها بر می‌شمرند؛ یکی از این اهداف بهبود رفاه است. در مورد سیستم‌های مراقبت‌های سلامت، این هدف به بهبود سلامت به عنوان یک بُعد ضروری رفاه توجه دارد. هدف دیگر مبارزه با اثرات نامطلوب بر سلامتی است که عناصر اصلی رفاه را در برخی افراد و یا گروه‌ها در حال و یا آینده به شدت به خطر می‌اندازد (۳۶).

بر طبق اصل انصاف، مداخله فناورانه‌ای در زندگی بشر اخلاقی تلقی می‌شود که به نابرابری‌های ناعادلانه در جامعه منجر نشود، حقوق فردی را نیز نقض نکند و همه‌ی پیامدها به

- 1- The Public Beneficence Principle
- 2-The Justice and Fairness Principle

درباره‌ی فناوری‌های نوظهور با یکدیگر به اشتراک بگذارند و این موارد نیز در سیاست‌گذاری‌ها لحاظ شوند. توجه دقیق به نگرانی‌های مطرح شده توسط سنت‌های دینی و مذهبی، می‌تواند با ایجاد گفت‌وگوی سازنده به موقعیت‌های مؤثری منجر شود (۳۳،۳۹). سواد علمی باید در همراهی با سواد اخلاقی در جامعه ارتقاء یابد و مردم بتوانند با آشنایی کامل با مفاهیم علمی و اخلاقی و سنت‌های رایج در جامعه در روند مشارکت دموکراتیک همکاری نمایند (۳۳،۳۹).

### ک- اصل آزادی فکری<sup>۲</sup>:

آزادی فکری مسؤولانه‌ی افراد و نهادها در دو معنا متبلور می‌شود؛ آزادی و مسؤولیت آکادمیک و حق همه افراد برای آزادی پژوهش که در هر دو معنا نیازمند تبیین هنجارها و طراحی فرآیندهای سازمانی برای اطمینان از مسؤولیت‌پذیری است (۲۵). در جوامع دانشگاهی، آزادی فکری عنصری حیاتی است و علی‌رغم نیاز به تبادل آزاد ایده‌های پژوهشی، رفتارهای غیرمسؤولانه (مانند سوءاستفاده از جایگاه آکادمیک دانشگاهی، پژوهش‌های غیرعلمی) توجیه‌پذیر نیست. طراحی فرآیندهای نظارتی و تعیین محدودیت در جهت ضمانت فعالیت مسؤولانه ضروری به نظر می‌رسد. پژوهشگران موظف هستند که بودجه عمومی را عاقلانه و در جهت کسب اعتماد عمومی صرف نمایند. لازم است که جامعه‌ی علمی خطرات متنوع مرتبط با زیست‌فناوری‌ها را شناسایی کرده و فرآیندهای درونی را برای شناسایی و پاسخگویی سریع و مؤثر به تهدیدات بالقوه توسعه دهد (۳۳). دولت‌ها باید نظارت بر رشد علمی و توان پژوهشگران خارج از محیط‌های سازمانی وابسته به دولت را مد نظر قرار

صورت مساوی (عدم تحمل غیرمنصفانه پیامد توسط افراد، زیرگروه‌ها یا جمعیت خاصی) میان افراد جامعه توزیع شوند. بنابراین این اصل می‌تواند از دیدگاه دسترسی برابر به همه‌ی فرصت‌ها تا دیدگاهی بر بستر مکتب نتیجه‌گرایی (توزیع رفاه با استفاده از یک مداخله‌ی فناورانه) متغیر باشد (۳۳،۳۷). بخشی از فعالیت‌های نظارتی شامل ارزیابی نحوه‌ی توزیع بار خطرات و آسیب‌های زیست‌فناوری‌های نوظهور در سطوح مختلف جامعه به منظور انجام اقداماتی در جهت جلوگیری یا به حداقل رساندن آن‌ها خواهد بود. این مسأله در جوامع متکثر فرهنگی، قومی و مذهبی برای پیشگیری از تبعیض و تشدید نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی امری ضروری خواهد بود (۳۳). هم‌چنین، تصمیم‌سازی‌های اخلاقی باید با عوامل کلیدی تعیین‌کننده هم‌چون فاکتورهای اقتصادی، سیاسی و اخلاقی در سطح فراملی مرتبط باشند و نیازهای اساسی انسان‌ها شامل نیاز به بقا، داشتن عملکرد و ارزش‌های اجتماعی (مانند آزادی و مشارکت اجتماعی) را به رسمیت بشناسند (۳۸).

### ی- اصل مشورت مردم سالارانه (دموکراتیک)<sup>۱</sup>:

این اصل ناظر بر تصمیم‌گیری مشترک با حضور و مشارکت شهروندان و امکان مباحثه‌ی محترمانه دیدگاه‌های مخالف و موافق است. این فرآیند، در پی یافتن بستر مشترکی است که در موارد بروز اختلافات جدی، با احترام متقابل به دیدگاه‌های رقیب و با یک دید اجتماعی نسبت به منافع فردی بنگرند و تصمیمات خود را بر پایه‌ی منافع جمعی اتخاذ کنند (۳۳،۳۹). پژوهشگران، سیاست‌گذاران، گروه‌های مذهبی و جامعه مدنی باید تشویق شوند که مداوماً نظرات و دیدگاه‌های خود را

2- The Intellectual Freedom

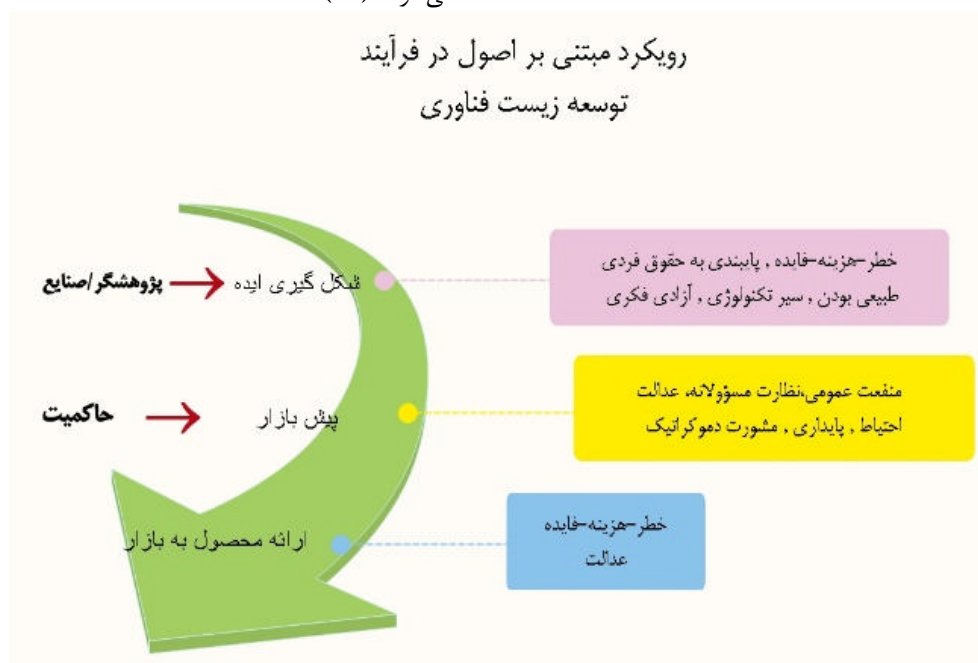
1- The Democratic Deliberation Principle

با در نظر گرفتن اصول خطر-هزینه-فایده، پایبندی به حقوق فردی، طبیعی بودن، سیر تکنولوژی و آزادی فکری طرح پیشنهادی خود را مورد ارزیابی قرار دهد و بتواند دلایل نفی یا اثبات اخلاقی پژوهش مورد نظر را بر اساس هر اصل به بحث بگذارند. از سوی دیگر، لازم است که حاکمیت در مرحله‌ی پیش از ارائه محصول به بازار با در نظر گرفتن اصول منفعت عمومی، نظارت مسؤولانه، عدالت، احتیاط، پایداری و مشورت دموکراتیک، ابعاد اخلاقی استفاده‌ی گسترده از یک محصول فناورانه را ارزیابی نماید تا از آسیب به ذی‌نفعان جلوگیری کرده و منفعت حداکثری را در صورت صدور مجوز استفاده در جامعه تضمین نماید. در پایان، اگر بپذیریم که «اخلاق فقط در مورد تعیین ایده‌آل‌ها نیست، بلکه عملی کردن آن‌ها را نیز شامل می‌شود» (۳۸)

دهند که مستلزم گسترش نظارت یا تعامل با پژوهشگران وابسته به سازمان‌های خصوصی خواهد بود. ارائه‌ی کمک‌های مالی آموزشی یا برنامه‌های مرتبط در جهت دستیابی به این امر می‌تواند مؤثر باشد (۳۳).

### نتیجه‌گیری

در این مقاله با معرفی رویکردهای روش‌شناسانه در تحلیل اخلاقی زیست‌فناوری‌های نوظهور، با استفاده از رویکرد مبتنی بر اصول سعی شد که اصول مورد نیاز در ارزیابی اخلاقی یک فناوری نوظهور را مطرح نماییم. این اصول در تمامی مراحل ایجاد یک زیست‌فناوری شامل شکل‌گیری ایده<sup>۱</sup>، پیش‌بازار<sup>۲</sup> و ارائه محصول به بازار<sup>۳</sup> قابل پیاده‌سازی هستند (شکل ۱). در مرحله شکل‌گیری ایده لازم است که پژوهشگر و تیم پژوهشی



شکل ۱- مراحل ارزیابی اخلاقی زیست‌فناوری‌های نوظهور

3- Market

1- Concept  
2- Pre-market

Website: <http://ijme.tums.ac.ir>



کشور ارائه کرده‌ایم (جدول شماره ۳). ساختارهای بالادستی می‌توانند با استناد به توصیه‌های مطروحه، اصول کلی اخلاقی را برای به‌کارگیری توسط سازمان‌های دخیل (اعم از دولتی یا خصوصی) در توسعه‌ی زیست‌فناوری فراهم کنند تا آن‌ها بتوانند بهترین چارچوب عملیاتی منطبق با سازمان متبوع خود را تدوین نمایند.

باید بتوانیم اصول اخلاقی که در این مقاله برشمرده شد را در مرحله سیاست‌گذاری در حوزه‌ی زیست‌فناوری‌های نوظهور پیاده‌سازی کنیم و لازمه‌ی آن ترجمه‌ی اصول نظری به زبان عملیاتی است. بر این اساس، ما هجده توصیه‌ی عملیاتی را به منظور تسهیل ارزیابی و نظارت اخلاقی بر روند رو به رشد زیست‌فناوری‌های نوظهور در سطوح مختلف سیاست‌گذاری

جدول شماره ۳ - توصیه‌های عملیاتی تسهیل ارزیابی و نظارت اخلاقی بر روند زیست‌فناوری‌های نوظهور

اصل اخلاقی	توصیه‌ها	مشروح توصیه‌ها
ممنوعیت	بررسی و اعلام عمومی نحوه‌ی تخصیص منابع دولتی به طرح‌های زیست‌فناوری	توصیه می‌شود ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری ارزیابی جامعی از نحوه‌ی تخصیص منابع دولتی به طرح‌های زیست‌فناوری (بودجه‌های پژوهش)، تکنیک‌های ارزیابی و کاهش خطر انجام دهد. در این ارزیابی لازم است نحوه‌ی شناسایی و رسیدگی به چالش‌های اخلاقی و اجتماعی مطرح در زیست‌فناوری لحاظ شده و نتایج آن به نحو مقتضی به اطلاع عموم رسانده شود (۳۳).
	حمایت از تحقیقات تأثیرگذار در رفاه و سلامت جامعه	توصیه می‌شود ارتقای منافع عمومی عامل اصلی حمایت مالی برگرفته از منابع دولتی برای طرح‌های زیست‌فناوری باشد. با توجه به اهمیت این امر در مقایسه با سایر پژوهش‌های علمی، وزارت بهداشت، وزارت علوم، وزارت صمت و سایر نهادهای مربوطه باید به نمایندگی از جامعه، ارزیابی پیشنهادها و تحقیقاتی را از طریق مکانیسم‌های مرور همتا و سایر فرآیندهای مشورتی ایجاد شده برای اطمینان از اثرگذاری تحقیقات علمی به منظور پیشگیری از هدر رفت منابع انجام دهند (۳۳).
نظارت	اتخاذ رویکرد هماهنگ به زیست‌فناوری	فعالیت افراد جدیدالورود در حوزه‌ی زیست‌فناوری بدون نظارت خبرگان رشته، خطرات بالقوه‌ی قابل توجهی را برای سلامت و رفاه جامعه به همراه دارد، لذا تدوین یک رویکرد روشن و هماهنگ برای تحقیق، توسعه و نظارت در سراسر مجموعه مدیریتی در حوزه زیست‌فناوری توصیه می‌شود. لازم است فرآیندی برای مرور مداوم و هماهنگ پیشرفت‌های زیست‌فناوری تبیین شود که بر استفاده‌ی بهینه از منابع موجود نظارت داشته باشد؛ اطمینان حاصل نماید که الزامات نظارتی، هماهنگ اجرا می‌شود؛ و به‌طور دوره‌ای یافته‌های خود را به عموم جامعه به نحو مقتضی اطلاع رسانی نماید (۳۳).
	هماهنگی و گفتگوی بین المللی	با توجه به این‌که هماهنگی بین‌المللی برای ایمنی و امنیت در حوزه‌ی زیست‌فناوری ضروری است، توصیه می‌شود ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری ریاست جمهوری اقداماتی را برای اطمینان از تبادل نظر و همکاری مستمر در مورد چالش‌های علمی و اخلاقی زیست‌فناوری‌های نوظهور را با نهادهای ملی و بین‌المللی ذی‌ربط انجام دهد (۳۳).
	آموزش اخلاق زیست‌فناوری به پژوهشگران	فرآیندهای نظارتی به تنهایی نمی‌توانند بر تمامی فعالیت‌های پژوهشگران در حوزه‌ی پژوهش‌های زیست‌فناوری احاطه داشته باشند، توصیه می‌شود آموزش اصول و چالش‌های اخلاقی در سطحی مشابه یا حتی بالاتر از آموزش‌های مورد نیاز در حوزه‌ی تحقیقاتی پزشکی و بالینی برای تمامی دست‌اندرکاران در امر تحقیق و توسعه زیست‌فناوری ارائه شود (۳۳).

اصل اخلاقی	توصیه‌ها	مشروح توصیه‌ها
اصل خطر-هزینه-فایده	استفاده از تکنیک‌های ارزیابی خطر-هزینه-فایده در ارزیابی فناوری	به دلیل دشواری تجزیه و تحلیل خطر در مواجهه با عدم قطعیت، به ویژه در خطرات با احتمال کم و تأثیر بالقوه در فناوری‌های نوظهور، انجام ارزیابی مستمر در طول دوره‌ی توسعه یک زیست‌فناوری نوظهور، از مرحله ایده و طراحی تا مرحله معرفی محصول به بازار، ضروری است. فرآیندهای نظارتی باید در صورت نیاز بررسی و به روزرسانی شوند تا از کارایی فرآیند اطمینان حاصل شود. توصیه می‌شود ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری فرآیندی نظام‌مند و میان-سازمانی را به منظور بررسی فعالیت‌های ارزیابی خطر-هزینه-فایده تدوین و اجرا نماید.
احتیاط	نظارت، مهار و کنترل	در مراحل اولیه توسعه محصولات زیست‌فناوری، احتمال آسیب از طریق انتشار ناخواسته‌ی محیطی محصولات زیست‌فناوری تولید شده در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی وجود دارد که نیازمند تدابیر حفاظتی و نظارتی است. بر این اساس توصیه می‌شود ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری ریاست جمهوری قابلیت تکثیر موجودات بیوتکنولوژیک در محیط طبیعی را به طور مداوم بررسی و در صورت نیاز مکانیسم‌های مهار و کنترل قابل اعتماد را تعیین نماید (۳۳).
طبیعی بودن	فراهم آوری امکان طرح نظرات مخالف	هر گونه رهاسازی محصولات زیست‌فناوری از محیط‌های آزمایشگاهی باید پس از ارزیابی خطر انجام گیرد. توصیه می‌شود ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری نظارت و ارزیابی بر برنامه‌ی مدون معرفی یا رهاسازی محصولات به خارج از محیط‌های آزمایشگاهی را بر پایه‌ی مقررات موجود اجرا نماید (۳۳).
آزادی فکری	تقویت مسؤلیت و پاسخگویی	زیست‌فناوری‌ها می‌توانند با مفاهیم اساسی کنترل انسان بر زندگی خود و محیط اطراف ناسازگار باشند. بررسی دغدغه‌های اخلاقی در مورد تأثیر منفی احتمالی محصولات زیست‌فناوری بر تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها و رابطه‌ی صحیح بین انسان و محیط زیست، می‌تواند موجب ارتقای سلامت جامعه و حفاظت از محیط زیست شود. بنابراین باید فرصت و امکان طرح نظرات مخالف و ابعاد آن فراهم شود. توصیه می‌شود فرآیند مشورتی نظام‌مندی برای طرح اعتراضات اخلاقی به زیست‌فناوری فراهم شده و به طور دوره‌ای مورد بازبینی قرار گیرد.
مشتوت	مشارکت علمی، مذهبی و مدنی	دولت باید از فرهنگ مسؤلیت‌پذیری و خودتنظیمی فردی و سازمانی در جامعه‌ی تحقیقاتی حمایت کند. این امر اجرای نظارت درون مؤسسه‌ای، مراقبت‌های مضاعف و اجرای دستورالعمل‌های مربوط به ایمنی را شامل می‌شود. توصیه می‌شود ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری اثربخشی فرآیندهای موجود نظارت بر تحقیقات را به طور مستمر ارزیابی و اصلاح نماید. پیشنهاد می‌شود ستاد مذکور شاخص‌های تعیین‌کننده‌ی خود تنظیمی کارآمد سازمان‌ها و شرکت‌های مرتبط را تبیین کند (۳۳).
مشتوت	مشارکت علمی، مذهبی و مدنی	پایبندی به رفتارهای ایمن و مسؤولانه لازمه‌ی آزادی فکری است و می‌تواند در طول زمان توسط محققان در محیط‌های سازمانی تکامل یابد. این هنجارها می‌تواند توسط افراد تازه وارد قابل درک یا پیروی نباشد و لازم است خطرات ناشی از فعالیت‌های زیست‌فناوری به طور مناسب مدیریت شود. لازم است ارزیابی دوره‌ای ایمنی بر اساس مقررات موجود توسط نهادهای مسؤول انجام و به‌روزرسانی شود (۳۳).
مشتوت	مشارکت علمی، مذهبی و مدنی	لازم است تمهیداتی جهت تبادل نظر مداوم میان دانشمندان، سیاست‌گذاران و نهادهای مذهبی و مدنی در خصوص زیست‌فناوری‌های نوظهور فراهم شود تا بتوانند دیدگاه‌های خود را به نحو مناسب با عموم مردم به اشتراک بگذارند (۳۳).

اصل اخلاقی	توصیه‌ها	مشروح توصیه‌ها
	دقت اطلاعات	هنگام بحث در مورد روش‌ها و محصولات جدید زیست‌فناوری، افراد و سازمان‌های مرتبط باید از زبان روشن و دقیق علمی استفاده کنند. استفاده از واژه‌ها و عبارات هیجان‌انگیز مانند «دخاله انسان در امر الهی» می‌تواند پیامدهای منفی را بر درک عمومی از موضوعات علمی و اخلاقی مطرح به همراه داشته باشد. توصیه می‌شود که نهادهای ذی‌ربط بر فرآیندهای انتشار اطلاعات مرتبط با زیست‌فناوری نظارت داشته باشند (۳۳).
	آموزش عمومی	توصیه می‌شود جهت ارتقای فرآیندهای مشورتی در جامعه، فعالیت‌های آموزشی مرتبط با مسائل علمی و اخلاقی زیست‌فناوری گسترش یابد و به جمعیت‌های متنوع در همه‌ی سطوح جامعه هدایت شود. این فعالیت‌ها زمانی بیش‌ترین تأثیر را دارند که سازمان‌های مردم‌نهاد تشویق و حمایت شوند. ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری می‌تواند با همکاری جامعه علمی و نهادهای محلی مرتبط، راهبردهایی را برای ارتقای سواد علمی و اخلاقی در موارد مرتبط با زیست‌فناوری، برای تمام گروه‌های سنی تدوین کند (۳۳).
امنیت و عدالت	خطرات در تحقیقات	خطرات مراحل پژوهشی و توسعه‌ی تجاری محصولات زیست‌فناوری نباید به طور غیرمنصفانه یا غیرضروری توسط افراد بر زیر گروه‌های جمعیتی خاصی تحمیل شوند. توصیه می‌شود ستاد توسعه زیست‌فناوری نهاد ریاست جمهوری با همکاری جوامع علمی و دانشگاهی، فرآیندهایی را جهت شناسایی خطرات مرتبط با تحقیقات زیست‌فناوری بر گروه‌های جمعیتی خاص تدوین نماید (۳۳).
حقوق فردی	تحلیل اثرات زیست‌فناوری‌ها بر حقوق فردی	زیست‌فناوری‌ها می‌توانند بر ابعاد مختلف حقوق انسانی و وظایف اخلاقی افراد جامعه در قبال یکدیگر تأثیر بگذارند. فناوری‌های نوظهور به علت نیاز به در دسترس بودن دائمی اطلاعات شخصی افراد با حفاظت از حریم خصوصی افراد به شدت در تعارض هستند. ارزیابی تأثیر زیست‌فناوری‌های نوظهور بر حقوق فردی به منظور مقابله با این چالش‌ها و از طریق بررسی میزان خطرات و بهبود مکانیسم‌های حفاظتی یک فناوری یا عملکرد پردازش اطلاعات ضروری تلقی می‌شود. توصیه می‌شود که ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری برای تحلیل اثرات زیست‌فناوری‌ها بر حقوق فردی، از مشاوره‌های تخصصی متخصصین اخلاق زیست-پزشکی توانمند در این حوزه در قالب کمیته‌های اخلاق زیست‌فناوری بهره‌گیرند.
پایداری	تلاش در جهت حفظ پایداری منابع	توسعه‌ی که زیست‌فناوری‌ها باید توسعه‌ای پایدار باشد و منجر به از بین رفتن منابع اقتصادی، طبیعی و اجتماعی نشوند. لازم است که ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری و سایر نهادهای ذی‌ربط، در تصمیم‌گیری‌های خود، رابطه‌ی توسعه با سرمایه‌های اجتماعی و منابع طبیعی را، به جز در موارد ضروری، بر مبنای پایداری قوی تنظیم نمایند تا نگرانی از عدم دسترسی نسل آینده به سرمایه‌های طبیعی خصوصاً تجدیدناپذیر وجود نداشته باشد و عدالت بین نسلی نقض نشود.
زیست‌فناوری	انطباق با مراحل تغییر فناوری‌ها	برای پیش‌گیری از تهدیدات ناشی از گذر زمان و هدر رفت سرمایه، لازم است شرکت‌ها ارزیابی دقیقی از چگونگی تغییرات صنعت در طول زمان و تعاملات خریدار و فروشنده و سرمایه‌های پنهان در مقایسه با سایر صنایع قابل انطباق انجام دهند. در مراحل پایانی سیر تکنولوژی‌ها، عمل به سیستم‌های هزینه-فایده قدیمی برای فناوری‌ها مشکل ایجاد می‌کنند. لذا، توصیه می‌شود که صنایع زیست‌فناوری، تهدیدات پیش روی فعالیت‌ها و منابع خود را ارزیابی نموده و توانایی انطباق خود با آن‌ها را افزایش دهند (۴۰). توصیه می‌شود ستاد توسعه زیست‌فناوری ریاست جمهوری در تحلیل سیر تکاملی صنایع زیست‌فناوری و با در نظر گرفتن اطلاعات موجود در زمینه‌ی محیط رقابتی فناوری و محدودیت‌های پیش روی منابع و فناوری‌های جدید در حال رشد و رقیب با یکدیگر، خدمات مشاوره‌ای تخصصی به صنایع زیست‌فناوری ارائه دهد.

قطعاً حتی بهترین قوانین تبیین شده هرگز نمی‌توانند مانع مطلق ارتکاب به سوءرفتارهای احتمالی باشند. تمرکز بر اهداف کلی مقررات به جای عبارت‌بندی خاص و دستورالعمل‌های دقیق نظارتی، سازمان‌های بالادستی را به حصول نتیجه‌ی مطلوب یاری می‌رساند (۱۰).

### تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع اعم از مالی و غیر مالی در رابطه با مقاله ارسالی ندارند. در زمان نگارش مقاله، دکتر مصطفی قانعی دبیر ستاد توسعه زیست فناوری ریاست جمهوری و دکتر نرجس کلاهچی کارشناس ستاد توسعه زیست فناوری ریاست جمهوری بوده‌اند.

### تقدیر و تشکر

این مقاله از طرح پژوهشی که با حمایت علمی و مالی فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران انجام شده، مستخرج شده است.

البته بیان کلی اصول با چالش تعدد تفاسیر در مرحله‌ی پیاده‌سازی روبرو هستند. برای غلبه بر این مورد، هر دو طرف (سازمان‌های بالادستی و صاحبان صنایع) باید همکاری متقابلی در جهت جلوگیری از تصمیم‌سازی یک جانبه داشته باشند و اطلاع‌رسانی نیز به‌موقع و مؤثر باشد (۱۰). طراحی یک سیستم حدّ واسط برای نظارت بر روند عملکردی شرکت‌ها می‌تواند ضامن مؤثری در اجرای توصیه‌های ارائه شده باشد. در عین حال، می‌توان تصمیم درباره‌ی پشتیبانی مالی و غیر مالی از بخش خصوصی با استفاده از منابع عمومی را به ارزیابی میزان پایبندی سازمان‌ها پیوند زد. حضور متخصصین اخلاق به‌عنوان مشاور در زمان پیاده‌سازی و انطباق اصول مورد نظر در سازمان‌های مختلف می‌تواند راه حلی مناسب جهت پیشگیری از تفسیر به رأی شخصی درباره‌ی مفاهیم اخلاقی باشد.

## منابع

- 1- Nuffield Council on Bioethics. Emerging biotechnologies: technology, choice and the public good. [cited 2023 May]. Available from: <https://www.nuffieldbioethics.org/publications/emerging-biotechnologies>.
- 2- Brey P. Ethics of emerging technology. In: Hansson S.O (ed). The Ethics of Technology. UK: Rowman & Littlefield International; 2017, pp.175-92.
- 3- Vickers AJ, Van Calster B, Steyerberg EW. Net benefit approaches to the evaluation of prediction models, molecular markers, and diagnostic tests. *BMJ*. 2016; 352: i6. Doi: 10.1136/bmj.i6.
- 4- Sandler RA. Ethics and Emerging Technologies. USA: Palgrave; 2014, pp.1-3.
- 5- Mitcham C, Briggie A. The interaction of ethics and technology in historical perspective. In: Meijers AWM, Gabbay DM, Thagard P, Woods J, eds. Philosophy of Technology and Engineering Sciences. USA: Elsevier; 2009, pp.1147-91.
- 6- Olivé L. Introduction of ethics of science and technology. [cited 2023 May]. Available from: <https://www.eolss.net/sample-chapters/c05/E6-89-15-00.pdf>.
- 7- Brey, PAE. Anticipatory Ethics for Emerging Technologies. *Nanoethics*. 2012; 6: 1–13. doi: 10.1007/s11569-012-0141-7.
- 8- van Wezel AP, van Lente H, van de Sandt JJ, Bouwmeester H, Vandenberg RL, Sips AJ. Risk analysis and technology assessment in support of technology development: Putting responsible innovation in practice in a case study for nanotechnology. *Integr Environ Assess Manag*. 2018; 14: 9-16. doi:10.1002/ieam.1989.
- 9- Cotton M. Ethics and Technology Assessment: A Participatory Approach. Berlin: Springer; 2014, pp.34-39.
- 10- Carter RB, Marchant EG. Principles-based regulation and emerging technology. In: Marchant EG, Allenby BR, Herkert JR (eds). The Growing Gap Between Emerging Technologies and Legal-Ethical Oversight. USA: Springer; 2011, pp.157-166.
- 11- Kaebnick GE, Gusmano MK, Murray TH. The ethics of synthetic biology: next steps and prior questions. *Hastings Cent Rep*. 2014; 44(6 Spec no.): S4-S26. doi: 10.1002/hast.392.
- 12- Peterson M. The Ethics of Technology: A Geometric Analysis of Five Moral Principles. USA: Oxford University Press; 2017, pp.87-111.
- 13- National Academies of Sciences, Engineering. Preparing for Future Products of Biotechnology. USA: National Academies Press; 2017. [cited 2023 February]. Available from: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/24605/preparing-for-future-products-of-biotechnology>.
- 14- Fischhoff B. The realities of risk-cost-benefit analysis. *Science*. 2015; 350: aaa6516. doi: 10.1126/science.aaa6516.
- 15- Wang I, Liang X, Zhang W. Genome editing and human rights: Implications of the UNGPs. *Biosafety and Health*. 2022; 4(6): 386-391. doi: 10.1016/j.bsheal.2022.10.002.
- 16- UNESCO. Universal Declaration on the Human Genome and Human Rights. [cited 2023 May]. Available from: <https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/human-genome-and-human-rights>.
- 17- UNESCO. Records of the General

- Conference, 33rd session, Paris, 2005, v. 2: Proceedings. [cited 2023 July]. Available from:  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000152882?posInSet=1&queryId=N-EXPLORE-61bdd726-e32a-46fc-9f87-8fe1d3f56911#>.
- 18- UNESCO. Ethical issues of neurotechnology: report, adopted in December 2021. [cited 2023 July]. Available from:  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383559>.
- 19- Zamir E, Medina B. Law, Economics, and Morality. USA: Oxford University Press; 2010, pp.49-56.
- 20- Nozick R. Anarchy, State, and Utopia. USA: Prentice-Hall; 1974, pp.28-35.
- 21- Asveld L, Osseweijer P, Posada JA. Societal and ethical Issues in industrial biotechnology. In: Fröhling M, Hiete M, (eds). Sustainability and Life Cycle Assessment in Industrial Biotechnology. Switzerland: Springer; 2020, pp.126-133.
- 22- Peterson M. The Ethics of Technology: A Geometric Analysis of Five Moral Principles. USA: Oxford University Press; 2017, pp.137-156.
- 23- Rösch C. Ethics of sustainability—an analytical approach. In: Hansson S.O (ed). The Ethics of Technology. UK: Rowman & Littlefield International; 2017, pp.17-34.
- 24- Goodin RE. Laundering preferences. In: Elster J, Hylland A, (eds). Foundations of Social Choice Theory. USA: Cambridge University Press; 1986pp.75-99.
- 25- Peterson M. The Ethics of Technology: A Geometric Analysis of Five Moral Principles. USA: Oxford University Press; 2017, pp.112-136.
- 26- UNESCO (COMEST). The Precautionary Principle. [cited 2023 July]. Available from:  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139578>.
- 27- Recuerda, M Á, García, EA, Botija FG, et al. Administrative authorizations, risk and biotechnology. European Food and Feed Law Review. 2009; 4(4), 251–265.
- 28- Anonymous. Rio Declaration on Environment and Development. [cited 2022 May]. Available from:  
[https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_CONF.151\\_26\\_Vol.I\\_Declaration.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf).
- 29- Dinneen N. Precautionary discourse. Thinking through the distinction between the precautionary principle and the precautionary approach in theory and practice. Politics Life Sci. 2013; 32(1): 2-21. doi: 10.2990/32\_1\_2.
- 30- A Zorina A, Dutton W. Theorizing Actor Interactions Shaping Innovation in Digital Infrastructures. Organization Science. 2021; 32(1): 156-180. doi:10.1287/orsc.2020.1389.
- 31- Perkins R. Technological “lock-in”. [cited 2023 February].  
<https://www.isecoeco.org/pdf/techlkin.pdf>.
- 32- Juliao-Rossi J, Forero-Pineda C, Losada-Otalora M, Peña-García N. Trajectories of innovation: A new approach to studying innovation performance. Journal of Business Research. 2020; 115: 322-333. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.11.026.
- 33- Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues. Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technologies. [cited 2022 December]. Available from:  
<https://www.genome.gov/27542921/the-ethics-of-synthetic-biology-and-emerging-technologies>.
- 34- Gutmann A. The ethics of synthetic biology: guiding principles for emerging technologies. Hastings Cent Rep. 2011; 41(4): 17-22. doi: 10.1002/j.1552-146x.2011.tb00118.x.

- 35- Recuerda M Á. Dangerous Interpretations of the Precautionary Principle and the Foundational Values of the European Union Food Law: Risk Versus Risk. *Journal of Food Law and Policy*. 2008; 4(1): 3.
- 36- Faden R, Powers M. Biotechnology, Justice and Health. *Journal of Practical Ethics*. 2013; 1(2).
- 37- Peterson M. *The Ethics of Technology: A Geometric Analysis of Five Moral Principles*. USA: Oxford University Press; 2017, pp.168-184.
- 38- Cahill LS. Biotech & justice. Catching up with the real world order. *Hastings Cent Rep*. 2003; 33(5): 34-44.
- 39- Newell P. Democratising biotechnology? Deliberation, participation and social regulation in a neo-liberal world. *Review of International Studies*. 2010; 36(2): 471-491.
- 40- McGahan AM. How industries evolve. *Business Strategy Review*. 2000; 11(3): 1-16. doi: 10.1111/1467-8616.00143

## Bioethics, Emerging Biotechnologies, and Society: Providing an Ethical Framework for Assessing Emerging Biotechnologies

Fatemeh Bahmani<sup>1</sup>, Mahshad Noroozi<sup>\*1</sup>, Narjes Kolahchi<sup>2</sup>, Mostafa Ghanei<sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Medical Ethics, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Researcher, Expert of Knowledge-based Economics of Health Development Council, Vice-Presidency of Science, Technology and Knowledge-based Economy, Tehran, Iran.

3. Professor, Chemical Injuries Research Center, System Biology and Poisoning Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Head of Foresight and Theorizing and Macro Health Monitoring Department Iran Academy of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Received:** 4 June 2023

**Accepted:** 20 September 2023

**Published:** 30 September 2023

**\*Corresponding Author**

**Mahshad Noroozi**

**Address:** Shahid Hemmat Highway, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Postal Code :** 1449614535

**Tel:** +982186703346

**Email:** [mahshad.noroozi@gmail.com](mailto:mahshad.noroozi@gmail.com)

**Citation to this article:**

Bahmani F, Noroozi M, Kolahchi N, Ghanei M. Bioethics, emerging biotechnologies, and society: providing an ethical framework for assessing emerging biotechnologies. *Iranian Journal of Medical Ethics and History of Medicine*. 2023; 16:Article number: 4.

### Abstract

Emerging biotechnologies contribute significantly to societal well-being by influencing social, economic, and health fields. Attitudes toward biotechnologies differ, in various situations and over time, based on new understanding and evidence. One issue always emphasized in the ethical evaluation of emerging technologies is their dangerous and problematic aspects for human life and well-being. Simultaneously, ethical assumptions can influence ethical decision-making toward employing these technologies, including liberty, technological optimism, determinism, the lifecycle, power, the form of life, technology neutrality, ambiguity, uncertainty, dual-use transformative potential, and the challenges that will be raised by them. For the ethical assessment of emerging technology, six principal methodologies are employed. The "principles-based approach" focuses on obtaining the intended goals rather than determining specific requirements, laws, standards, and obligations and avoids checklist design. The ethical principles raised by the principles-based approach are presented in this article, including risk-cost-benefit, adherence to individual rights, sustainability, naturalness, precautionary, trajectory, responsible stewardship, public beneficence, justice and fairness, democratic deliberation, and intellectual freedom. Finally, by presenting a conceptual model in applying the principles above in forming biotechnologies, eighteen operational recommendations are presented to facilitate the ethical evaluation and monitoring of emerging biotechnologies in the policy-making process in Iran.

**Keywords:** Emerging biotechnology, Bioethics, Ethical Analysis, Iran.

