

تحقیقات بیوتکنولوژی

مقدمه	زندگی روزمره بشر آثار و نشانه- های آن به وضوح دیده می شود. نهادند.	ژنتیک و تکنولوژی مولکولی» نام
بیوتکنولوژی چیست؟ بهره- برداری تجاری از ارگانیسم‌ها یا اجزای آنها؛ میکروب شناسی صنعتی؛ مطالعه و تحقیق در فرایندهای حیاتی طبیعی؛ تبلور یک نظم جدید در به کارگیری علوم مختلف برای ارائه خدمات به صنایع؛ یکپارچگی میکروب شناسی، زیست شیمی، مهندسی فرایند و مهندسی شیمی؛ یا کاربرد ارگانیسم‌ها و سیستم‌ها یا فرایندهای زیستی در صنایع تولیدی و خدماتی؛ و یا همه اینها.	سرعت حیرت انگیز تحولات، پیشرفت‌ها و نوآوری‌های زیستی صنعتی در دو دهه اخیر سبب شده است که در بسیاری از باورهای پیشین در جهان زیست شناسی مولکولی، تجدیدنظر اساسی به عمل آید.	در دنیای علم و تکنولوژی امروز، کشوری که بخواهد زندگی پویایی داشته باشد، باید آرمان- های خوداتکایی خود را برنامه- ریزی عالمانه و همه جانبه و منظم در یک نظام هدفمند، سرلوحه کار خود قرار دهد. سرمایه گذاری‌های اندیشمندانه و به موقع و به کارگیری تازه‌ترین فن‌آوری‌ها، مانند مهندسی ژنتیک و تکنولوژی با توجه به نیازهای بومی در این راه، اجتناب ناپذیر است. زیرا علوم و فنون روزابزاری کارآمد و تعیین کننده برای تولید و توسعه ملی، کاهش وابستگی و رونق خوداتکایی است و هر گونه بی- اعتنایی به این عوامل پیشرفت، حاصلی جز عمیق‌تر شدن شکاف
بیوتکنولوژی کودکی است که در اعماق قرون متولد شده و در طی یکی دو دهه اخیر رشد فزاینده‌ای یافته و به طرز بی- سابقه‌ای متحول شده است، به گونه‌ای که اینک در تمامی شئون	تولد دانش و فن‌آوری توانمند مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی جدید که در نتیجه همکاری تنگاتنگ چندین قلمرو از علوم و فنون و روش‌های بسیار دقیق و ظریف پدید آمده است، در رأس دگرگونی‌های عظیم این دهه قرار دارد، به طوری که صاحب‌نظران برجسته و دست اندرکاران این علم، سده آینده را «سده مهندسی	

علمی، فنی و اقتصادی میان کشورهای پیشرفته علمی با کشورهای در حال توسعه به دنبال نخواهد داشت.

فصلنامهٔ رهیافت گفتگویی با اساتید، پژوهشگران و دست اندرکاران کشور در این زمینه، ترتیب داده شده است. باشد که این گفتگوها و درج مطالب متنوع در این باب، راهگشای نهادهای دست اندر در گسترش و توسعهٔ هر چه بیشتر این علم در کشور باشد.

در این گفتگو جناب آقای دکتر نصرت ا...، ضرغام رئیس کمیسیون بیوتکنولوژی شورای پژوهش‌های علمی کشور، سرکار خانم دکتر نسرین معظمی رئیس بخش بیوتکنولوژی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، جناب آقای دکتر محمد حسین صنعتی رئیس مرکز مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی، جناب آقای دکتر سید عباس شجاع الساداتی دبیر کمیسیون بیوتکنولوژی شورای پژوهش‌های علمی کشور، جناب آقای مهندس

احمد نوروزیان کارشناس پژوهشکدهٔ مطالعات و تحقیقات بیوتکنولوژی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی کشور و جناب آقای دکتر بهرام گلیایی استاد دانشگاه تهران شرکت داشته اند.

■ حوزهٔ تحقیقات

بیوتکنولوژی و کاربردهای

آن کدام است؟

□ دکتر شجاع الساداتی

من وارد بحث می شوم از این جهت که ابتدا ببینیم بیوتکنولوژی چیست؟ چگونه این بحث مطرح و جهانی شد و اهمیت زیادی پیدا کرد، با نگاهی به تاریخچهٔ علوم زیستی، سه نقطهٔ عطف در طول تاریخ برای تکامل این علم می‌بینیم. اولین نقطهٔ عطف، قبل از این قرن است و مربوط به کشفیات و نظرات پدر این علم، یعنی لوئی پاستور است که در حقیقت راه سایر پژوهشگران را هموار کرد. نقطهٔ عطف دوم، در حدود دههٔ پنجاه قرن بیستم و مربوط به کشفیات دو دانشمند بزرگ،

واتسون و کریک است. ساختمان مولکولی اسیدهای نوکلئیک یا در حقیقت ساختمان اصلی قسمتی از ماده (ژن) که اساس حیات است توسط آنها کشف شد و بیوتکنولوژی نوین را پایه‌گذاری کرد که دیدگاهی جدیدتر از دیدگاه سلولی بود.

در ادامهٔ این کشفیات و اختراعات بود که در اوایل دههٔ هفتاد قرن بیستم، چند تن از دانشمندان در دانشگاه‌های امریکا برای اولین بار موفق شدند در ساختمان ژنتیکی حیات و موجودات تغییراتی را به شکل مصنوعی ایجاد کنند و موجوداتی که ما اصطلاحاً به آنها نوترکیب می‌گوئیم ایجاد کنند. موجوداتی که دارای ساختار ژنتیکی جدید هستند و متفاوت با آن چیزی که در حقیقت طبیعت در نهاد آنها گذاشته است. مخابرهٔ این اخبار در دههٔ هفتاد انقلابی در علم زیست شناسی به وجود آورد. بدین ترتیب بشر توانست صفات موجودات را به نفع خود تغییر دهد، برای مثال با تغییر در

است؛ شامل فعالیتهایی مانند تشخیص دقیق و سریع بیماری- های ژنتیکی، تشخیص‌های قبل از تولد، ژن درمانی، پروژۀ ژنوم انسان، تولید انواع داروها به روش‌های مهندسی ژنتیک، تشخیص اختلالات نهفته در ساختار ژنوم افراد و هدایت آنها در ازدواج و سپس برای جلوگیری از تولد فرزندان ناقص، تلاش برای درمان بیماری‌های لاعلاج مانند سرطان و... به روش‌های مهندسی ژنتیک، تولید لوازم بهداشتی و آرایشی و غیره؛ ج) زمینه دیگر تحقیقات بیوتکنولوژی در صنعت است. به طور مثال به کارگرفتن باکتری‌ها در پدیدهٔ فروشویی میکروبی برای محلول کردن و استخراج فلزاتی نظیر طلا، مس، نیکل، اورانیوم و...؛ همچنین استفاده از باکتری‌ها در سولفورزدایی از نفت و گاز، تولید آنزیم‌های صنعتی به روش نو ترکیبی DNA و به طور کلی ساخت بسیاری از مواد اولیه و واسط مورد نیاز در صنایع مختلف؛	□ دکتر صنعتی به طور کلی، حوزهٔ تحقیقات و بیوتکنولوژی و کاربردهای آن را می‌توان به صورت زیر، خلاصه کرد. الف) تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، شامل: تلاش برای بهبود محصولات از نظر کمی و کیفی، تولید گونه‌های مقاوم به ویروس‌ها، قارچ‌ها و عوامل نامساعد محیط نظیر سرما، گرما، شوری، عناصر سمی، تولید و تکثیر گونه‌های جدید گیاهی حاوی ترکیبات خاص دارویی یا غذایی برای انسان یا حیوانات، شناخت ساختار ژنتیکی گونه‌های گیاهی موجود به منظور فراهم آوردن امکانات دستکاری آنها، تشخیص دقیق گونه‌های گیاهی به روش مهندسی ژنتیک برای شناخت انواع مفید و حفظ و نگهداری آنها و حذف انواع غیر مفید، تشخیص و تعیین انواع آلودگی به ویروس‌ها و... تثبیت ازت خاک و غنی‌سازی خاک‌های کشاورزی؛ ب) بخش دیگری از تحقیقات بیوتکنولوژی، در زمینهٔ پزشکی	ساختار ژنتیکی باکتری Ecoli که ظاهراً بی‌خاصیت است، توانست این میکروب را تبدیل به میکروب دیگری کند که مادهٔ باارزش و حیاتی انسولین را زیاد کند. این تحول اساسی نقطهٔ عطف سوم در انقلاب علوم صنعتی است که منجر به سرمایه‌گذاری حیرت‌انگیزی در دو دههٔ گذشته، در کشورهای بزرگ صنعتی شده است. عمر بیوتکنولوژی در حدود 26 سال است ولی دستاوردهای آن بسیار زیاد است و به نظر می‌آید این علم با تکیه بر قدرت ذاتی که خداوند در نهاد موجودات زنده گذاشته، بتواند احتیاجاتی مثل کمبود غذا، بهداشت و درمان، محیط زیست سالم و غیره را برآورده کند. به طور خلاصه بیوتکنولوژی نوین، استفاده از قدرت بسیار عظیم و بزرگی است که خداوند در دل موجودات زنده و ساختمان ژنتیکی آنها نهاده، تسلط و آشنایی با قدرت عظیمی که در خلقت موجودات است و استفاده و بهره- برداری از آن در جهت صحیح.
--	--	--

ژن درمانی و تولید انواع واکسن- ها، داروها و دیگر فراورده‌های نو ترکیب، اصلاح و ایجاد انواع گونه‌های گیاهی و جانوری، استخراج معادن و خالص‌سازی سنگ‌ها و فلزات گرانبها، حذف ضایعات سنگین زیست محیطی، بهره‌برداری از منابع اعماق دریاها و اقیانوس‌ها، ساخت جنگ افزارهای بیولوژیکی و میکروبی، کشف و شناسایی مجرمان و کاربردهای جنایی و قضایی و کاربردهای فضایی و کشاورزی در کرات دیگر را شامل می‌شود. به بیان دیگر، گستردگی کار و فعالیت در عرصه بیوتکنولوژی تا حدی است که نمی‌توان برای آن حدود مرزی شناخت.	جهت استفاده از توان آن سرمایه گذاری کرده اند. □ مهندس نوریان بیوتکنولوژی از گسترده‌ترین و جدیدترین مقوله‌های علمی و تکنولوژیکی عصر حاضر به شمار می‌آید. بیوتکنولوژی، دانش و فن راهبردی و تلفیقی از علوم و فنون مختلف، به ویژه علوم زیستی و گرایش‌های مرتبط به آن با صنعت، است. بیوتکنولوژی، به خدمت گرفتن تکنولوژی برای بهره‌برداری از طبیعت، به منظور دستیابی به رفاه همگانی و به کارگیری شیوه‌های کارآمد در تمامی عرصه‌های زندگی بشر است.	د) همچنین زمینه‌های جنایی و حقوقی؛ از قبیل تشخیص هویت و پیدا کردن ردپا و غیره، تشخیص تخلف‌ها و تقلب‌هایی نظیر افزایش مواد به محصولات غذایی و یا جایگزینی و ارائه غیر واقعی مواد مختلف، از زمینه‌های دیگر تحقیقات بیوتکنولوژی است؛ ه) تحقیق در صنایع نظامی، شامل زمینه‌های دفاعی، از بین بردن عوامل سمی باقیمانده از جنگل‌ها و رفع آلودگی‌های محیط زیست که به هر طریقی به وجود آمده است. همچنین تولید انرژی به وسیله بیوراکتورها. □ خانم دکتر معظمی استفاده از توان سلول‌های زنده و نظام طبیعت به صورت سازمان یافته، بیوتکنولوژی را تشکیل می‌دهد. بیوتکنولوژی با طبیعت هم خوانی داشته و در طبع و ذات آن، دفاع و حفاظت از طبیعت نهفته است. امروزه بیوتکنولوژی در محور صنعت و تکنولوژی جهان قرار گرفته و کلیه کشورها در
□ دکتر ضرغام بیوتکنولوژی یک صنعت نیست بلکه یک تکنولوژی است، به عبارت بهتر، مجموعه‌ای از تکنولوژی-هاست. طبق تعریف OECD، بیوتکنولوژی نوین عبارت است از: به کارگیری مبانی علمی و مهندسی در مراحل عملی و به ثمر	حوزه تحقیقات و کاربردهای بیوتکنولوژی، بیش‌تر حول محور نیازهای اساسی بشر، یعنی غذا، بهداشت و درمان، انرژی، محیط زیست و... است. از این رو، قلمرو کاربرد بیوتکنولوژی از ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین فرایندها، یعنی تخمیر مواد غذایی و آشامیدنی تا پیچیده‌ترین فنون و کاربردها نظیر	

منفی² برای کنترل یخ زدگی در گیاهان، استفاده از هورمون‌های رشد در دامپروری، تهیه واکسن-های دامی برای کنترل بیماری‌های دامی، استفاده از حیوانات به عنوان بیوراکتور برای تولید پروتئین‌های کمیاب، اصلاح نژاد دام‌ها، استفاده از سیستم‌های تخمیری برای تجزیه مواد خارجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و افزودن عمدی میکروب‌های مناسب، روش‌های استخراج معادن،	در حالیکه کاربرد آنها مباحثی اخلاقی و روانشناسی را ایجاد کرده است. همچنین توسعه واکسن‌ها با استفاده از فن‌آوری DNA نو ترکیب برای درمان ایدز و بیماری‌های عفونی مهلک دیگر به کار گرفته شده است.	رساندن مواد توسط عوامل بیولوژیکی¹. کاربردهای بیوتکنولوژی را از داروسازی تا صنایع غذایی، کشاورزی و در تصفیه ضایعات و غیره می‌توان مشاهده کرد. توان این تکنولوژی به دلیل روش‌های بنیادی آن است که می‌تواند در صنایع و فرایندها و محصولات مختلف به کار گرفته شود.
کاربردهای نظامی بیوتکنولوژی که در دوران نوزادی است و بسیاری از حوزه‌های دیگر از زمینه‌های تحقیقاتی بیوتکنولوژی است.	یکی از مهم‌ترین حوزه‌های تحقیقات بیوتکنولوژی و کاربرد آن، کشاورزی و مرتع داری است. تولید گیاهان ترانس ژنیک در اوایل دهه 1980 امکان پذیر شد. تنوع و توان بیوتکنولوژی در گیاهان بی-شمار است. تولید گیاهان مقاوم به بیماری‌ها، حشرات، علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و شرایط سخت محیطی و تولید بذر مقاوم، کشت بافت گیاهی، استفاده از باکتری‌های یخ	طرح ژنوم، که بزرگ‌ترین هدف آن تعیین توالی نوکلئوتید ژنوم انسان است تا کمپلکس ایجاد کننده بیماری‌های ژنتیکی بشر را از پیچیدگی رهایی بخشد. بیوتکنولوژی دارویی، از دیگر حوزه‌های تحقیقاتی این علم است که از دو مسیر توسعه یافته، یعنی مهندسی ژنتیک و آنتی‌بادی‌های مونوکلونال. آنتی‌بادی‌های اصلاح شده در درمان سرطان و انواع بیماری‌ها، دارای قدرت زیادی هستند.
بیوتکنولوژی مجموعه وسیعی از فن‌آوری‌ها و دانش بشر در به کارگیری منابع حیاتی موجود در طبیعت، برای استفاده بهینه از آنهاست. بنابراین حوزه تحقیقات	توسعه روش‌های جدید باروری، آزمایش‌های تشخیص قبل از تولد که برای شناسایی اختلالات وراثتی استفاده می‌گردد،	توسعه روش‌های جدید باروری، آزمایش‌های تشخیص قبل از تولد که برای شناسایی اختلالات وراثتی استفاده می‌گردد،



■ دکتر گلیایی: مهم-ترین عامل برای شکوفایی حوزه بیوتکنولوژی، وجود یک اراده سیاسی قوی در مسئولان مبنی بر لزوم دستیابی به دانش فنی بیوتکنولوژی در کشور است.

□ دکتر گلیایی

آن بسیار گسترده و متنوع است. سابقه این علم بسیار قدیمی است. صنعت تخمیر از قدیمی‌ترین روش‌های بیوتکنولوژی است. حوزه‌های تحقیقاتی و کاربردی بیوتکنولوژی مدرن را شاید بتوان به صورت زیر دسته بندی کرد:

دست‌ورزی ژنتیک، این حوزه شامل کلیه عملیاتی است که بر روی ژن‌های موجودات زنده انجام می شود. مانند ایجاد تغییرات نقطه‌ای در ژنها، ترکیب ژن‌ها و غیره. ژن‌های دست‌ورزی شده می تواند متعلق به انسان، جانوران، گیاهان، قارچ‌ها، باکتری-ها و ویروس‌ها باشد؛

دست‌ورزی‌های پیشرفته سلولی؛ یکی از بهترین و مهم‌ترین عملیاتی که در این گروه انجام می شود، عمل ترانس فکشن³ یا تراریختی است. کاربرد این کار بسیار وسیع است و ژن درمانی نمونه خوب آن است. مطابق نظریه‌ای بروز یک بیماری به علت کمبود ساخت یک پروتئین است. در این حالت با انتقال ژن سازنده آن پروتئین به داخل سلول می-

توان به رفع بیماری کمک کرد. این عمل در گیاهان نیز صورت می-گیرد؛ **مهندسی پروتئین؛** که هدف اصلی مهندسی پروتئین، ساختن پروتئین‌هایی است که در طبیعت وجود ندارد؛

زیست شناسی ساختاری⁴؛ از نظر تاریخی اولین اکتشافات پزشکان یونان باستان و ایرانیان و سپس اروپائیان در قرون وسطی و تلاش‌های انجام گرفته در جهت بازسازی اندام‌های مختلف بدن در این حوزه جا دارد؛ **فرمانتاسیون، کشت سلولی و بیوراکتورها؛** آنتی بادی‌های **منوکلونای؛** **دستگاه‌های بیوالکترونیک، بیوانفورماتیک.**

■ **چه چشم اندازی برای علم بیوتکنولوژی در قرن آتی ترسیم می‌کنید؟**

□ **دکتر شجاع‌الساداتی** یک چهارم مردم دنیا به علت نبودن مواد غذایی کافی در

کشورشان گرسنه تلقی می‌شوند و متأسفانه روز به روز این آمار و ارقام افزایش پیدا می کند و اوضاع رو به وخامت می‌گذارد. بنابراین، بحث کشاورزی و صنایع غذایی، بخصوص پروتئین در آینده اساسی است.

کاربرد بیوتکنولوژی در پزشکی در آینده حیاتی و مهم است. تولید انسولین انسانی، هورمون‌های رشد، واکسن‌ها، آنتی بیوتیک‌ها، کیت‌های تشخیص طبی بر اساس آنتی‌بادی‌های مونوکلونال، درمان قبل از تولد، تعیین نقشه ژنتیکی انسان، سالم سازی محیط زیست اعم از خاک، آب و هوا، استخراج معادن به روش بیوتکنولوژی و بسیاری از مشکلات دیگر در قرن آتی به وسیله روش‌های بیوتکنولوژی برطرف خواهد شد.

□ **دکتر صنعتی**

علم بیوتکنولوژی در قرن بیست و یکم، استراتژیک و دگرگون کننده جهان هستی خواهد بود. منشأ بسیاری از بیماری‌های

دیگر رشته‌ها و زمینه‌های علمی - فن‌آوری باعث شده تا روند توسعه تکنولوژی سرعت فزون- تری بیابد. این روند طی قرن آینده نیز همچنان سیر صعودی خود را ادامه خواهد داد.	بیست و یکم، قرن انقلاب عظیم بیوتکنولوژی خواهد بود.	لاعلاج انسان، حیوان، گیاه و روش تشخیص و درمان آنها، شناخته خواهد شد. با توجه به استفاده از تکنیکهای مهندسی ژنتیک، از تولد انسان‌هایی با نقص ژنتیکی با تمهیدات قبل از ازدواج و تولد، جلوگیری خواهد شد. ژن درمانی در طی مسیر خود به بیماری‌های ژنتیکی لاعلاج پایان خواهد داد. ژنوم انسان به طور کامل شناخته شده و عملکرد ژن‌ها، مشخص خواهد شد. کلون کردن حیوانات و گیاهان، امکان تهیه و تکثیر گونه- های مفید مورد نیاز انسان‌ها را فراهم کرده و بهره‌دهی موجودات زنده برای انسان، افزایش خواهد یافت. با استفاده از بیوتکنولوژی، از تخریب محیط زیست جلوگیری می‌شود و مبارزهٔ بیولوژیک با آفات گیاهی و حیوانی، جایگزین روش‌های مضر فعلی خواهد شد. به طور کلی، تسلط انسان بر موجود زندهٔ افزایش یافته و از آن، بیش‌تر از پیش به نفع خود بهره- گیری خواهد کرد و به طور خلاصه می‌توان گفت که قرن
□ مهندس نوروزیان در سال‌های اخیر، شاهد تغییرات بنیادی در علوم زیستی و گرایش- های وابسته به آن بوده ایم. در دههٔ هشتاد، تحقیقات در زمینهٔ برش و اتصال مولکولهای DNA، به ظهور مهندسی ژنتیک و دستکاری ژن‌ها، منجر شد. تکنولوژی نوین DNA نو ترکیب و سپس، تکنولوژی هیبریدوما و پیشرفت‌های عظیم دیگر که به طور روزافزون در زمینهٔ بیوتکنولوژی پیش آمد، حاکی از چشم اندازی امیدبخش، برای این علم در دهه‌های آینده است. توسعهٔ ابعاد اقتصادی در سایهٔ بیوتکنولوژی، گویای این حقیقت انکارناپذیر است که نمی‌توان به راحتی از کنار مقولهٔ بیوتکنولوژی گذشت و آن را در مسیر توسعهٔ	□ خانم دکتر معظمی در دههٔ 1980، بیوتکنولوژی زمینهٔ رشد قابل توجهی یافت. این امر مرهون پیشرفت‌هایی بود که در زمینهٔ برش و اتصال مولکولهای DNA پدید آمد. به این ترتیب مهندسی ژنتیک و دستکاری ژنتیکی⁵ ظهور کرد. تکنولوژی DNA نو ترکیبی، قابلیت سنتز مواد کاملاً جدید در سلول‌ها را پدید آورد و متعاقب آن، تکنولوژی هیبرید یا دورگه- سازی، منجر به تولید آنتی‌بادی- های تک دودمانی شد که خود تحولی نوین و اساسی در عرصهٔ بیوتکنولوژی محسوب می‌شود. طی دههٔ نود و بویژه در سالهای اخیر، بیوتکنولوژی بشدت توسعه یافته است. فاصلهٔ نوآوری‌ها، اختراعات و به طور کلی تحولات جدید بیوتکنولوژی در این دهه بسیار کم و کوتاه است. توسعهٔ سایر تکنولوژی‌ها و ساخت تجهیزات و گسترش امکانات در	

پایدار نادیده گرفت. ویژگی‌های اساسی بیوتکنولوژی، با اصول توسعه پایدار سازگار است. قرن بیست و یکم، قرن توسعه جوامع در تمامی ابعاد و شکل متوازن و پایدار، در سایه توجه بیشتر به تکنولوژی است.

بیوتکنولوژی، ماهیتی طبیعی و سازگار با طبیعت دارد و این مهم-ترین دلیل برای برتری این علم و تکنولوژی بر دیگر تکنولوژی-هاست؛ بنابراین انتظار می رود که در قرن آینده، بیشترین سهم را در عرصه تکنولوژی‌ها به خود اختصاص دهد.

□ دکتر گلیایی

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و لزوم تأمین منابع بهداشتی، درمانی، غذایی و حفظ محیط زیست برای این جمعیت و محدود کردن امکان تولید به روش‌های سنتی، بیوتکنولوژی منبع اصلی تغذیه، دارو، بهداشت و منابع محیط زیستی خواهد بود.

■ چالش‌های بیوتکنولوژی در قرن بیست و یکم را چه می‌دانید؟

□ خانم دکتر معظمی

تعریف و قلمرو بیوتکنولوژی به هر گونه که مشخص شود، پدیده-ای است که در قرن بیست و یکم چهره زندگی بشر را تغییر خواهد داد و در حوزه بسیاری از علوم و فنون دیگر تأثیر غیر قابل تصویری خواهد گذاشت.

□ مهندس نوروزیان

پاسخ به این پرسش از دو جنبه، قابل بررسی است. یکی اینکه، بیوتکنولوژی چه چالش‌ها و معضلاتی را در قرن آینده برطرف خواهد کرد و دیگر اینکه، بیوتکنولوژی خود با چه چالش-هایی مواجه خواهد بود؟ در مورد اول، باید گفت عمده-ترین چالش‌ها در قرن آینده، رشد فزاینده و سریع جمعیت، معضلات زیست محیطی، پیر شدن بسیاری از جوامع، بویژه صنعتی و پیشرفته، کاهش منابع انرژی

پایدار و ارزان و بسیاری مسائل پیش‌بینی نشده دیگر خواهد بود. بیوتکنولوژیست‌ها معتقدند که استفاده از فنون و روش‌های بیوتکنولوژی، در رفع و یا حداقل کاهش این چالش‌ها، مؤثر است.

■ خانم دکتر معظمی: امروزه بیوتکنولوژی در محور صنعت و تکنولوژی جهان

قرار گرفته و کلیه کشورها جهت در استفاده از توان آن سرمایه‌گذاری کرده‌اند.

برای نمونه در عرصه بهداشت و درمان، از پیوند اعضای بدن به عنوان یکی از معضلات بهداشتی و درمانی عصر حاضر نام برده می-شود، از طرفی در قرن آینده، با روش‌های مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، قادر به درمان اعضا و جوارح ناقص خواهیم بود. جستجو برای دستیابی به منابع



□ دکتر ضرغام در آینده، بانکداری بافت‌ها می-تواند به بانکداری پیوندها تبدیل شود. البته، مغز بخشی است که هر نقشه‌ای را برای بانک‌گذاری کلون کامل انسان، با شکست روبرو می‌کند. مغز در پاسخ به محیط، دائماً تغییر یافته و نمو می-کند و یک پیوند مغز از یک کلون که مدت طولانی در فریزری تاریک نگاه داشته شده است، نمی‌تواند طالبی داشته باشد.	موضعگیری‌های موافق و مخالف در سطوح سیاسی و اقتصادی روبه‌رو بوده و خواهد بود؛ چرا که ماهیت قابل رشد مبتنی بر علم این تکنولوژی‌ها، بدین گونه است که یا الگوهای سنتی تولید اقتصادی را در جامعه برهم زده و یا در این راه حرکت می‌کنند. از این رو، درک چنین مسائلی، به ناچار باید جزء مکمل فرایند سیاست‌گذاری در این جوامع باشد که سیاست‌گذاری در تحقیق و توسعه بیوتکنولوژی، خود چالشی برای این کشورهاست. بررسی و ارزیابی نهایی خطرات، بیم‌ها و نویدهای بیوتکنولوژی نیز از دیگر چالش‌های بیوتکنولوژی، در قرن آینده خواهد بود. ابعاد اجتماعی، حقوقی و عواقب ناشی از سوءاستفاده‌های غیر انسانی و غیر اخلاقی نیز که بیشتر در کشورهای رو به رشد شاهد آن خواهیم بود، از دیگر معضلات چالش‌هایی است که بیوتکنولوژی در قرن آینده، باید با آن دست و پنجه نرم کند.	غذایی مناسب از حیث کیفیت و کمیت و همچنین دسترسی به منابع انرژی پایدار و سوخت‌های ارزان که خود از چالش‌های دیگر قرن آینده خواهد بود نیز، در برنامه فعالیت‌های تحقیقاتی بیوتکنولوژی قرار دارد. از سوی دیگر، بیوتکنولوژی خود در قرن آینده با چالش‌های زیادی در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، سیتیسی، فرهنگی و علمی در سطوح ملی و بین‌المللی روبه‌رو خواهد بود. این چالش‌ها، بیشتر گریبانگیر کشورهای در حال توسعه خواهد شد، زیرا رشد و توسعه بیوتکنولوژی نیازمند زیرساخت‌ها و پشتوانه‌های مناسب و کارآمد، حمایت و سرمایه‌گذاری‌های عظیم مادی و معنوی در سطوح دولتی و خصوصی است. متأسفانه بیشتر کشورهای در حال توسعه، منابع مالی کافی برای توسعه بیوتکنولوژی ندارند. گسترش تکنولوژی‌های نوین از جمله بیوتکنولوژی، در کشورهای در حال توسعه، همواره با
□ دکتر گللیلی چالش‌های اخلاقی-اجتماعی در حوزه دست‌ورزی‌های ژنتیکی و بهینه‌سازی نژادی و کاربردهای احتمالی آن بویژه در مورد انسان و چالش‌هایی که در اثر پیشرفت-های تکنولوژیکی و لزوم سرمایه-گذاری‌های سنگین برای پاسخگویی به نیازهای ایجاد شده از سوی جمعیت‌های در حال رشد و تکنولوژی‌های پیشرفته به وجود خواهد آمد.		

■ ارتباط بیوتکنولوژی با

سایر علوم چیست؟

□ دکتر شجاع‌الساداتی

بیوتکنولوژی علمی است چند بعدی و بین رشته‌ای و علوم مختلف در شکل‌گیری آن سهیم هستند. برای استفاده از نتایج و دستاوردهای آن به علومى مانند شیمی، آمار، ریاضی، کامپیوتر و مهندسی شیمی نیاز است.

امروزه در علم بیوتکنولوژی حوزه‌های مختلفی تعریف شده که هر کدام از آنها زیرگروه‌های خاصی دارند. این حوزه‌ها به طور جامع عبارتند از: کشاورزی، پزشکی، محیط زیست و صنعت و به طور خیلی ویژه از صنایع غذایی و معادن نیز می‌توان نام برد. بحث بیوتکنولوژی در فضا و تحقیقاتی که دانشمندان در فضا نیز انجام می‌دهند نیز مطرح است. همچنین علوم زیستی که بسیار هم چشمگیر و مورد توجه است. هر کدام از این علوم باز می‌تواند به حوزه‌های مختلفی تقسیم شود.

□ دکتر صنعتی

بیوتکنولوژی، در واقع فن و ابزاری است که انسان به کمک آن، از موجودات زنده بهره‌گیری می‌کند. علوم مختلفی نظیر بیوشیمی، میکروبیولوژی، ژنتیک، بیولوژی و مولکولی، شیمی، ریاضی، کامپیوتر، ایمونولوژی و... به عنوان علوم پایه بیوتکنولوژی محسوب می‌شوند. در واقع، بیوتکنولوژی از تمامی این علوم بهره می‌گیرد و کسی که در زمینه بیوتکنولوژی کار می‌کند، باید اطلاعات کافی از علوم ذکر شده، داشته باشد.

□ خانم دکتر معظمی

زمینه کاربردی این علم، گستره وسیع از علوم پزشکی و دارویی تا علوم کشاورزی و دامی، صنایع غذایی، شیمیایی، صنایع معدنی، محیط زیست و حوزه انرژی را دربر می‌گیرد. به طوری که می‌توان گفت که در سراسر جهان، سیاستگذاران به تازگی شروع به شناخت ابعاد مختلف بیوتکنولوژی کرده‌اند و زمان بسیار طولانی نیز

خواهد بود که اهمیت واقعی آن را درک کنند.

□ دکتر ضرغام

توسعه و گسترش بیوتکنولوژی، در واقع نقش حواسط علوم و تصورات انسانی را داشته و آن را به خوبی به نمایش می‌گذارد. ابتدا تخیل و تصور علمی است که ارتباط تصادفی یا اتفاقی بین نقش بسیاری از موجودات زنده (نظیر باکتری‌ها) و پدیده‌ای که می‌توان آن را در بیوتکنولوژی به کار گرفت، پایه‌گذاری می‌کند و سپس تصور همگانی است که توجه جهانی را به نتایج دخل و تصرف بر روی موجودات زنده (نظیر میکروفلور زمینی) معطوف می‌دارد.

□ دکتر گلیایی

بیوتکنولوژی تقریباً با تمام رشته‌های علوم ارتباط خیلی نزدیک دارد و تمامی آنها در تکمیل و پیشرفت بیوتکنولوژی مؤثر بوده اند.

■ چه جنبه‌هایی از تحقیقات بیوتکنولوژی را به لحاظ اخلاقی و اعتقادی بحث‌انگیز می‌دانید؟

□ دکتر شجاع‌الساداتی

بحث اخلاق در بیوتکنولوژی بحث جدید در دنیاست و در پاره‌ای از نقاط دنیا، کمیته‌هایی برای پرداختن به این مسئله تشکیل شده است. چون در اینجا ما با حیات سروکار داریم و با اصلی‌ترین قسمت حیات، یعنی مادهٔ ژنتیکی که عامل بروز صفات است، لذا دخالت در بروز صفات، دخالت در طبیعت است.

بیوتکنولوژی علم جدیدی است و هنوز بحث جامعی در مورد این قضیه صورت نگرفته است. اعتقادات مذهبی و نظرات علما در این مورد هنوز مطرح نشده است.

سلاح‌های بیولوژیکی از جمله دستاوردهای مخرب این علم است. برای مثال تکثیر و تولید انبوه ویروس‌هایی که گیاهان مضر را عقیم می‌کنند (خشخاش) و مانع از رشد آنها می‌شوند، در مورد

گیاهان مفید می‌تواند معضل بزرگی برای بشر به وجود آورد. در کشور ما خوشبختانه کمیتهٔ فرعی در کمیسیون بیوتکنولوژی با عنوان «اخلاق در بیوتکنولوژی» تشکیل شده و قرار است از علما دعوت شود، در مورد این مسائل به تفکر و تفحص بپردازند تا رهنمودی و راهگشایی در این زمینه صورت پذیرد.

□ دکتر صنعتی

پروژهٔ ژنوم انسان و نتایجی که به دنبال خواهد داشت، موضوع کلون کردن انسان و مشابه‌سازی وی، از مسائلی است که از لحاظ اخلاقی و اعتقادی، بحث‌انگیز است. آیا انسان حق مشابه‌سازی و تولید و تکثیر خودش را از مسیر غیر طبیعی و آن‌گونه که بیوتکنولوژی در مورد حیوانات انجام می‌دهد دارد یا خیر؟ این موضوعی است که باید مورد بحث قرار گیرد. پی‌بردن به اطلاعات کامل ژنتیکی افراد که در آیندهٔ نه چندان دور با انجام آزمایش‌های ساده ژنتیکی امکانپذیر خواهد بود

و عوارض دستیابی به این اطلاعات، جزو مسائل مهم مورد بحث در بیوتکنولوژی است. اجازهٔ تصرف متخصصان ژنتیک در دستکاری موجودات زنده، تغییر و تبدیل گونه‌های موجود و ایجاد گونه‌های جدید و حدود این اختیارات و مسئلهٔ آلوده‌سازی محیط زیست توسط محصولات تحقیقات بیوتکنولوژی که در نتیجهٔ دستکاری ژنتیکی میکروارگانیسم‌ها تشکیل می‌شود، از مسائل مورد بحث اخلاقی و اعتقادی است. در حال حاضر، حق ثبت اطلاعات ژنتیکی معمول در بعضی از کشورها، مسئلهٔ سوءاستفاده از ذخایر ژنتیکی کشور و حفظ و حراست از اطلاعات ژنتیکی شخصی و مملکتی، باید از نظر اعتقادی، مورد بحث قرار گیرد.

□ خانم دکتر معظمی

در طول زندگی بشر عوامل متعددی سبب سوءاستفاده از انسان و حقوق انسانی او شده است. برای نمونه، سال‌ها انسان خون و اعضای بدن خود را به

عنوان یک منبع درآمد می‌فروخت. بیوتکنولوژی به انسان اجازه دخالت در تکامل را می‌دهد که چنانچه در چارچوب بهداشت، درمان و پیشگیری همراه با حفظ حرمت انسانی عمل شود، برای بازیابی سلامت معلولان و نجات زندگی انسانها فوق‌العاده ارزشمند است. توانایی انسان در دست-ورزی ژنتیکی، نگرانی سوءاستفاده‌های غیر انسانی و اخلاقی را در جوامع مختلف به وجود آورده است؛ ولی آنچه پیش از مقررات اداری و قوانین اخلاقی و اعتقادی می‌تواند از سوءاستفاده‌هایی که با منزلت و حرمت انسانی مغایرت دارد، پیشگیری کند، افزایش سطح فرهنگ و دانش جوامع و به خصوص جوامع کشورهای در حال توسعه است. مسلماً بهبود شرایط اقتصادی انسان‌ها نیز نقش مهمی در پیشگیری از فراهم آمدن زمینه این‌گونه سوءاستفاده‌ها را دارد.

□ مهندس نوروزیان

جنبه‌های بحث انگیز بیوتکنولوژی، به لحاظ مباحث اخلاقی و اعتقادی، به طور عمده ناشی از نگرانی‌هایی است که فرایند و فراورده‌های اصلاح شده بیوتکنولوژی، بویژه ارگانسیم‌های دستکاری‌شده ژنتیکی به وجود آورده‌اند. بسیاری از منتقدان بر این باورند که اصلاحات ساختاری در ژن‌ها ممکن است حادثه چرنوبیل ژنتیکی را در پی داشته باشد که در آن صورت، به نابودی ابناء بشر و دیگر گونه‌های حیات منتهی خواهد شد. مباحث مربوط به ژن درمانی، ایمنی زیستی، اخلاق زیستی یا بیواتیک، سرقت زیستی یا بیوپایریسی، حق ثبت امتیاز و قوانین و مقررات مربوط به حقوق مالکیت معنوی، از جمله مهم‌ترین مباحث قابل ملاحظه در بیوتکنولوژی هستند که باید بیش-تر به آنها پرداخته شود. به اعتقاد من مهم‌ترین اصل در توسعه بیوتکنولوژی، شناخت کامل و همه جانبه این علم و داشتن دیدی باز

و منطقی در مواجهه با آن است. به عبارت گویاتر، ضمن اینکه باید چگونگی رسیدن به حداکثر منافع بیوتکنولوژی مورد نظر باشد، کاستن از خطرات احتمالی آن نیز، در سرلوحه برنامه‌های توسعه بیوتکنولوژی قرار گیرد.



■ مهندس نوروزیان: توسعه ابعاد اقتصادی در سایه بیوتکنولوژی، گویای این واقعیت انکارناپذیر است که ن می‌توان به راحتی از کنار مقوله بیوتکنولوژی گذشت و آن را در مسیر توسعه پایدار نادیده گرفت.

□ دکتر ضرغام

کشورهای صنعتی شده به دنبال پاسخ این پرسش هستند که، چگونه می‌توان نوعی تعادل را بین پیشرفت صنعتی که بر اساس نوآوری‌های تکنولوژیکی صورت

می‌پذیرد و خطری که ناشی از این گونه پیشرفت‌ها متوجه بهداشت فردی و محیط می‌شود، برقرار ساخت؟ و آیا فرایندهای کنترل خطر، به اندازه کافی مؤثر و پاسخگو هستند که پیشرفت‌های تکنولوژیکی شتاب گیرنده را، با فشارهای روزافزونی که برای جلوگیری از اثرات مضر آن پیشرفت وجود دارد، وفق و مطابقت دهند؟	برای مثال، یک بررسی آماری در هندوستان نشان داده، از 700 زنی که درخواست آزمایش آمینوسنتز کرده‌اند، 450 نفر دارای جنین دختر بودند و از این 450 نفر، 430 نفر سقط جنین کرده‌اند. استفاده از روش آمینوسنتز برای تشخیص جنسیت جنین، سوءاستفاده از تکنولوژی پزشکی تلقی می‌شود. کلیسای کاتولیک و گروه «حق حیات امریکا» با سقط جنین و هر نوع تحقیقات بر روی جنین و نوترکیبی بشدت مخالف است. مادرخواندگی ژنتیکی نیز مسائل اجتماعی و حقوقی خاص خود را مطرح می‌کند، انتقال ژن از حیوانات و گیاهان به انسان، از موارد جنجال برانگیز دیگر است.	صورت مفید و قابل قبول از نظر انسانی نیز مورد استفاده داشته باشد.
تکنولوژی باروری، هم یک پدیده علمی است و هم یک پدیده اجتماعی. تشخیص قبل از تولد، روش مطمئنی در تشخیص احتمال خطر اختلالات مادرزادی است و ژن درمانی (با جایگزینی ژن) نیز برای اصلاح این اختلالات توسعه یافته است. آزمایش آمینوسنتز برای تشخیص منگولیسم و اختلالات لوله عصبی استفاده می‌شود و استفاده صحیح از این روش‌ها در کنترل بیماری و بهداشت جامعه مفید است ولی بحث سوءاستفاده از این روش‌ها نیز مطرح است.	□ دکتر گلیایی دست‌ورزی‌های ژنتیکی در رابطه با ویژگی‌های ژنتیکی و وراثتی انسان و فن‌آوری‌های نظیر همانندسازی جانوران، می‌تواند مورد تعارض ارزش‌های اخلاقی و اعتقادات مذهبی واقع شود. البته این فن‌آوری‌ها می‌تواند به	نقش و اهمیت بیوتکنولوژی برای پیشرفت کشورهای در حال توسعه چیست؟ □ دکتر شجاع‌الساداتی در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم شاید اهمیت بیوتکنولوژی در بعد کشاورزی بیشتر از سایر ابعاد آن باشد. اگر علوم کشاورزی و کشاورزی در کشورهای جهان سوم دور از واقعیت‌ها و دستاوردهای بیوتکنولوژی باقی بماند، در آینده نه چندان دور از صحنه رقابت جهانی خارج خواهد شد. افزایش بهره‌دهی و راندمان محصولات کشاورزی، تحصیل بذره‌ای تولید شده با روش‌های بیوتکنولوژی، مقاوم‌سازی گیاهان، درختان یا سایر محصولات کشاورزی نسبت به آفات، مسائل زیست محیطی، محدودیت استفاده از سموم

شیمیایی همچنین مقاومت در برابر املاح و ترکیبات شیمیایی که در برخی از خاک‌ها یافت می‌شود، تولید گیاهان ترانژنتیک، حاصلخیز کردن خاک‌ها، غنی سازی خاک‌ها، استفاده از صنایع غذایی و دارویی از جمله مسائلی است که کشورهای در حال توسعه باید به آن توجه کنند.



■ دکتر شجاع‌الساداتی: تدوین برنامه ملی بیوتکنولوژی یکی از اصولی‌ترین و اساسی‌ترین قدم‌هاست که متأسفانه هنوز در کشور نداریم.

□ دکتر صنعتی

بیوتکنولوژی، علم استراتژیک زمان حاضر و قرن آینده است و کشورهای در حال توسعه، باید خود را به این ابزار مجهز کرده و از نتایج آن بهره‌گیری کنند؛ استفاده صحیح از این علم، به توسعه کشور کمک کرده و مشکل نیاز به بیگانگان را رفع خواهد

کرد. مسائلی نظیر به نژادی و اصلاح گیاهان و حیوانات، تشخیص و درمان بیماری‌های ژنتیکی و محصولات بیوتکنولوژی، مورد نیاز کشورهای در حال توسعه است و به پیشرفت این کشورها در آینده، کمک خواهد کرد. به عقیده اینجانب، توسعه و گسترش کشورهای جهان سوم در آینده، در گرو توجه و استفاده از این دانش است و سهل انگاری در این زمینه، باعث عقب افتادگی آنها خواهد شد.

□ خانم دکتر معظمی

در بررسی تطبیقی حوزه بیوتکنولوژی کشورهای صنعتی و تازه صنعتی شده جهان، مشاهده می‌شود که عموم کشورها از دهه 1980 و پاره‌ای مانند (ژاپن، آلمان، امریکا) از قبل از آن، بیوتکنولوژی نوین را یکی از چند حوزه فعالیت‌های استراتژیک شناخته و برای حمایت و توسعه آن، برنامه ملی تدوین کرده‌اند. از همین مطالعات برمی‌آید که حتی کشورهای جنوب

صحرای آفریقا که از محروم‌ترین کشورهای جهان هستند، طرح‌ها و برنامه‌هایی را برای استفاده از بیوتکنولوژی در کشاورزی آغاز کرده‌اند و از وام‌های بین‌المللی و توان علمی سازمان‌هایی نظیر یونسکو و فائو در این زمینه به صورت گسترده‌ای استفاده می‌کنند.

سالیان طولانی کشورهای در حال توسعه، از تکنولوژی و توسعه صنعتی دور مانده بودند، خوشبختانه این کشورها، به علت عدم حضور صنایع آلاینده، توانائی‌های خداداد خود را در اختیار دارند و چنانچه آگاهانه و با استفاده از دانش روز از آن استفاده کنند، نه تنها فاصله پیشرفت و توسعه را جبران خواهند کرد، بلکه اغلب این کشورها می‌توانند با روندی رو به رشد، از کشورهای توسعه‌یافته کنونی پیشی بگیرند.

□ مهندس نوروزیان

اهمیت و نقش بیوتکنولوژی در توسعه یا پیشرفت جوامع، به

گونه‌ای نیست که بتوان برای تمامی کشورها یک نسخه واحد پیچید و یا برای بهره‌مندی از فواید و به کارگیری فرایندها و فنون بیوتکنولوژی یک سیاست و یا خط‌مشی واحد در نظر گرفت. اما آنچه مسلم است، حتی کم توسعه‌ترین کشورها، می‌توانند از برخی مواهب و مزایای این علم بهره‌مند شوند، به شرط آنکه مشارکت و همکاری‌های بین‌المللی و حتی منطقه‌ای در این خصوص صورت گیرد. با توجه به وجود منابع طبیعی و ذخایر ژنی متنوع و فراوان و به نسبت بکر کشورهای در حال توسعه، امکان بهره‌برداری این کشورها از پیشرفت‌های بیوتکنولوژیکی نوین وجود دارد.	اشتباهی در مورد چنین مجموعه‌ای از ظرفیت‌های تولیدی به وجود آمده است، اما هنوز نمی‌تواند به بازارهای جهانی دست یابد زیرا برای اطمینان از کیفیت کالا، تضمین خوبی نمی‌دهد. تاکنون کوبا تنها به برخی از کشورهای جهان سوم سرویس می‌دهد که بر مبنای همکاری در زمینه امتیازات و موافقت‌های همکاری علمی و بیوتکنولوژیکی است. ورود کوبا به بیوتکنولوژی، به دنبال مشکلات اجتماعی و به عبارت دیگر علاقه به اینترنت‌فرون به دنبال اپیدمی تب هموراژیک دانگ، در اواخر دهه 1980 و هلاکت 300/000 نفر بود. اما فشار علمی نیز وجود داشت. اگر کوبا قرار باشد به بازار جهانی نزدیک‌تر شود، لازم است که در زمینه ایجاد استانداردهای مقرون به صرفه و دارای کیفیت جهانی برای فرایندها، تولیدات و مهندسی تولید و نیز در زمینه کانال‌های بازاریابی و پخش، تلاش‌های جدی انجام دهد.	مهمی از تکنولوژی ژنریک، بردارند. این مسئله فقط در ارتباط با کیفیت علمی نیست، بلکه بخصوص در ارتباط با استانداردهای صنعتی، مهندسی، سازماندهی و بازرگانی است. این مشکلات فقط در صورتی برطرف می‌شود که به مجموعه‌ای از ابعاد کلیدی، توجه کافی شود. مواردی که از نظر علمی و بیوتکنولوژیکی مورد اطمینان نیستند، عبارتند از: رقابت نسبی؛ زمان معرفی و میزان گسترش؛ معمول کردن روش‌های پایه؛ موانع آستانه و تغییر پیشروان سازندگی؛ استراتژی کارخانه؛ سیاست‌های ملی؛ شکست‌های تجاری؛ ایجاد تعادل بین مقیاس و هدف یا دیدگاه؛ خصوصی کردن دانش و آگاهی؛ رژیم دارایی صنعتی و توجه به نیازها. گوبا مثال خوبی از ورود علمی (بیش‌تر در بهداشت) به بیوتکنولوژی است که به طور عمده در مرحله تحقیق و توسعه است. اگر چه در این کشور بعضی
---	--	--

□ دکتر ضرغام

کشورهای در حال توسعه با توجه به استانداردهای لازم برای ورود به بیوتکنولوژی در مخاطره هستند. آنها پس از تلاش‌های کوتاه مدت برای صنعتی شدن، نمی‌توانند پذیرای پیروی از اصولی نامطمئن باشند و قدم

□ دکتر گلیایی

کشورهای در حال توسعه با مشکل ازدیاد جمعیت روبرو هستند و تأمین نیازهای روزافزون آنها فقط از طریق توسل به بیوتکنولوژی میسر است. بنابراین همه آنها محتاج محصولات بیوتکنولوژی خواهند بود. بدیهی است که هر چه مقدمات دستیابی به این تکنولوژی در این کشورها زودتر و سریعتر فراهم شود، در آینده وابستگی کمتری به کشورهای پیشرفته خواهند داشت.

■ جایگاه این علم در ایران

را چگونه ارزیابی می‌کنید و به نظر شما در چه سمت و سویی باید گسترش یابد؟

□ دکتر شجاع‌الساداتی

تاریخچه بیوتکنولوژی نوین در ایران خیلی طولانی نیست. در چندین مؤسسه و دانشگاه کشور، فعالیت‌های تحقیقاتی از حدود سال گذشته آغاز شده و یکی دو تا رشته دانشگاهی هم در مقطع فوق لیسانس و دکترا در این زمینه دایر

شده است که به طور عمده در حد آشنایی، شناسایی و تبلیغات برای سرمایه‌گذاری و رساندن به گوش مسئولان محترم بوده است. تشکیل کمیسیون بیوتکنولوژی در شورای پژوهش‌های علمی کشور نویدی برای سرمایه‌گذاری و توجه بیشتر به این علم در کشور است.

باید تحقیقات هدفمندی در این مورد صورت گیرد و از پراکنده-کاری در آن جلوگیری شود. تمرکز تصمیم‌گیری در سیاستگذاری و بررسی کارشناسی در مورد تحقیقاتی که انجام می‌شود بسیار حائز اهمیت است تا از هرز رفتن سرمایه-گذاری در بیوتکنولوژی جلوگیری شود. به اعتقاد من توجه به محوریت کشاورزی در برنامه اقتصادی کشور، امر مهمی است زیرا خودکفائی در کشاورزی یعنی استقلال. بنابراین بحث اولویت بندی و کارشناسی پروژه‌های بیوتکنولوژی و توجیه اقتصادی آنها باید به طور اصولی و صحیح، با توجه به نیازهای کشور صورت

گیرد. بیوتکنولوژی در کشاورزی، بحث پزشکی به خصوص در بیماری‌های بومی نظیر تالاسمی در علوم پایه و پروژه‌های ملی باید گسترش یابد.

اینکه اولویت‌های تحقیقات در کشور مشخص باشد؛ مدیریت و تصمیم‌گیری و سرمایه‌گذاری به طور متمرکز انجام شود؛ این امر می‌تواند نویدی برای آینده دربر داشته باشد.



■ دکتر صنعتی: علم بیوتکنولوژی در قرن بیست و یکم، استراتژیک و دگرگون‌کننده جهان هستی خواهد بود.

در پایان می‌خواستم این نکته را عرض کنم که این بحث در امریکا، اروپا و ژاپن نیز نو است و محصولات تجاری آن انگشت-شمار، بنابراین سرمایه‌گذاری قوی و عمیق روی آن با توجه به سادگی این علم نسبت به پیچیدگی علوم دیگر، مثل الکترونیک، هوا و

فضا و غیره می‌تواند بسیار سودمند و مفید باشد. امکانات بالقوه طبیعی در کشور ما نیز کمکی است به پیشرفت این علم در کشور که بعضاً کشورهای در حال توسعه در صدد غارت آنها هستند. بنابراین شناسایی ذخایر ژنتیکی و نگهداری آنها به شکل بانک ژن رسالت بسیار بزرگی است که بر عهده مسئولان است و باید به آن توجه بسیار جدی کنند. □ دکتر صنعتی در کشور ما، علم بیوتکنولوژی از موقعیت خوبی برخوردار است و فعالیت‌هایی که در چند سال اخیر در این زمینه انجام شده، قابل توجه است. تجهیزات، امکانات و متخصصان مورد نیاز برای انجام پژوهش‌ها و اجرای پروژه‌های مربوط به این دانش در کشور، در حد بسیار خوبی، فراهم است. ذخایر ژنتیکی کشور ما، بسیار دست نخورده و آماده تحقیق و بهره‌برداری توسط متخصصان مربوط است. مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و تکنولوژی	زیستی، امکانات تحقیقاتی بسیار پیشرفته و مدرنی برای انجام تحقیقات مهندسی ژنتیک دارد و در حال حاضر بیست نفر از متخصصان این رشته، مشغول انجام پروژه‌های تحقیقاتی هستند. آنها تحقیقاتی با سطح علمی بسیار بالا و قابل رقابت با کشورهای پیشرفته جهان انجام می‌دهند. همچنین فعالیت مراکز تحقیقاتی دیگری نظیر انستیتو پاستور ایران، انستیتو رازی و... و فعالیت‌هایی که در دانشگاه‌ها و دیگر مراکز تحقیقاتی کشورمان انجام می‌شود، در سطح عالی خود است. انجمن بیوتکنولوژی ایران، در حال حاضر مشغول فعالیت است و امیدواریم در آینده کنگره بیوتکنولوژی برگزار شود. همه اینها نشانه‌دهنده فراهم شدن یک توان بالقوه بسیار خوب برای انجام تحقیقات بیوتکنولوژی است. □ خانم دکتر معظمی فاصله ایران با دیگر کشورهای پیشرفته در زمینه بیوتکنولوژی از بعد زمانی از یک دهه تجاوز نمی‌کند. این فاصله را با اتکای به خداوند متعال و عزم ملی می‌توان بسیار کوتاه کرد. تجربه دیگر کشورها، بخصوص کوبا، مکزیک و کشورهای آسیای جنوبی شرقی نشان می‌دهد که این کار شدنی است و بر سر راه آن مانعی که نتوان از آن عبور کرد، وجود ندارد. خوشبختانه دانش فنی، تجهیزات و مواد مورد نیاز این حوزه در وضعیتی است که دسترسی به آنها، برخلاف تحریم‌های اطلاعاتی و اقتصادی برای ایران میسر است و در مقایسه با بسیاری از کشورهای رقیب، کشور ما از نظر ژن‌های گیاهی و حیوانی و میکروبی یکی از غنی‌ترین و بکرترین ذخایر دنیا را در اختیار دارد که از آن، برای توسعه تولید محصولات با روش‌های بیوتکنولوژی می‌تواند بهره گیرد. محصولات بیوتکنولوژی نوین دارای ارزش افزوده بسیار بالایی است و به دلیل وجود مواد اولیه آن در ایران و سرمایه‌بری نسبتاً اندک آن، در مقایسه با دیگر حوزه‌ها، ارزشبری چندانی ندارد.
--	--

ولی با توجه به موقعیت ایران در منطقه، می‌تواند ارزآوری قابل توجهی نیز برای کشور دربر داشته باشد. پیشرفت ایران در این زمینه حساس، می‌تواند اعتماد به نفس و اقتدار ملی ما را در زمینه‌های علمی غنا بخشد، نیز نقطه امید و پایگاهی برای نسل آینده است.

گوناگونی زیست بوم ایران و دسترسی به خلیج فارس و دریای خزر، برای کشور ما فرصت گرانبهائی فراهم آورد، که تجارب خود را با کشورهای متعددی مبادله و برای محصولات بیولوژیکی داخل بازاریابی کنیم.

□ دکتر گلیایی

در حال حاضر فعالیت‌های پراکنده‌ای در مراکز مختلف، در زمینه بیوتکنولوژی انجام می‌شود. تکنولوژی پیشرفته، لزوم سرمایه‌گذاری‌های سنگین و اساسی و پراکندگی متخصصان و مراکز زیربُط در ایران، امکان یک تحول اساسی در زمینه بیوتکنولوژی را

در کشور، در افقی کمی دور قرار داده است.

■ چه عواملی را برای

شکوفایی حوزه

بیوتکنولوژی در ایران مؤثر

می دانید و برای نیل به

استانداردهای بین‌المللی

چه حمایت‌هایی لازم است؟

□ دکتر شجاع‌الساداتی

لازمه ترقی و پیشرفت در هر کشور، برنامه‌ریزی مدون و درازمدت است. برنامه ریزی‌های کوتاه‌مدت و مؤثر از جریان‌های اقتصادی و جهانی راه به جایی نمی‌برد. تدوین برنامه ملی بیوتکنولوژی یکی از اصولی‌ترین و اساسی‌ترین قدم‌هاست که متأسفانه هنوز در کشور نداریم. یعنی سمت و سوی حرکت، چگونگی برنامه، زمان، بودجه و نوع تشکیلات و مدیریت باید مشخص شود. انشاءا... این حرکت به زودی در جمهوری اسلامی به ثمر برسد، آنگاه قدم‌های بعدی را طبق نظراتی که در پرسش‌های

قبلی عرض کردم؛ برداریم. به امید تدوین برنامه ملی.

□ دکتر صنعتی

بیوتکنولوژی در ایران، مانند نهالی در حال رشد است و نیاز به مراقبت و توجه دارد؛ عنایت و توجه دولت هم در زمینه مدیریت و هدایت این مسئله و هم از لحاظ هزینه‌های مربوطه، مورد نیاز است. بدیهی است وقتی بهره‌دهی آغاز شود، این نیاز خود به خود از بین خواهد رفت. در حال حاضر، سرمایه‌گذاری در زمینه بیوتکنولوژی، امری ضروری است. تحقیقات بیوتکنولوژی گران و پر خرج است ولی قابل مقایسه با محصولات بیوتکنولوژی نیست. علاوه بر توجه به حمایت‌های مالی مورد نیاز، هدایت تحقیقات بیوتکنولوژی، امری ضروری است. همچنین تأمین بودجه ریالی و ارزی مراکز تحقیقات بیوتکنولوژی و تأمین نیازهای مالی پژوهشگران این رشته، برای توسعه و اعتلای بیوتکنولوژی کشور ضروری است. لازم است

5- تصویب برنامه بلندمدت طرح‌های کلان بیوتکنولوژی و تأمین هزینه‌های آن؛	راهکارهای پیشنهادی برای رفع مشکلات توسعه بیوتکنولوژی کشور	اولویت‌های تحقیقات بیوتکنولوژی و به طور کلی سیاستگذاری در این امر، تعیین، و به مراکز تحقیقاتی ابلاغ شود. کنترل و نظارت جامع و مداوم بر روند تحقیقات، در مراکز مربوط، امری ضروری است.
6- اعلام عناوین کلان و ایجاد رقابت سالم در بین مؤسسات پژوهشی و به کارگیری کلیه متخصصان در قالب برنامه‌ریزی تیمی و در چارچوب شرح وظایف تعیین شده که با تأمین صحیح بودجه و نظارت مستمر طرح به نتیجه نهایی برسد؛	1- ایجاد تعهدی واقع‌بینانه در بالاترین سطح تصمیم‌گیری مدیریت سیاسی کشور، به نحوی که کلیه مدیران اجرایی کشور در تمام مباحث و برنامه‌های خود ضرورت توجه به توسعه بیوتکنولوژی را بپذیرند و با تخصیص بودجه جداگانه مصوبات آن را اجرا کنند؛	□ خانم دکتر معظمی ایران، کشوری پهناور و با منابع غنی و سرشار طبیعی است و اگر عرصه نبرد تکنولوژی‌های موجود در کوتاه‌مدت یارای رقابت با قدرت‌های پیشرفته را نداشته باشد، در زمینه بیوتکنولوژی به دلیل جوان بودن این علم و فراهم بودن شرایط و امکانات گسترده رشد و توسعه آن، از سایر کشورهای جهان عقب نیست و با استفاده از این توانایی، صرف نظر از کسب یک قدرت اساسی برای دستیابی به اقتصاد بدون نفت، می‌توان اقتدار ملی کشور را نیز در زمینه‌های علمی و تکنولوژی مشابه با کشورهای پیشرفته جهان غنا بخشید.
7- گسترش و اشاعه فرهنگ اطلاعات مربوط به بیوتکنولوژی در سطح دبیرستان‌ها، صنایع کشور و جامعه به منظور آماده‌سازی و توجه فکر و اندیشه نیروی جوان در زمینه‌های تخصصی بیوتکنولوژی و هدایت سرمایه‌ها، منابع و امکانات مادی و معنوی و روی آوردن به فعالیت‌های تحقیق و توسعه در زمینه بیوتکنولوژی؛	2- تدوین سیاست‌ها و برنامه‌ریزی کلان توسعه بیوتکنولوژی به صورتی فراگیر و بلندمدت؛ 3- تدوین و تصویب قوانین تولید و تأیید محصول، انتقال تکنولوژی، حق مالکیت معنوی و ثبت سلول‌های صنعتی و یا محصولات آن؛ 4- تشکیل یک هیئت علمی آشنا با توانایی‌ها و ذخایر ایران و دانش بیوتکنولوژی بدون وابستگی به هیچ وزارت، نهاد، ارگان و با دیدگاه ملی برای تدوین برنامه‌های کلان بیوتکنولوژی؛	
8- تقویت نهادهای اجرایی موجود بیوتکنولوژی (کمیسیون بیوتکنولوژی شورای پژوهش‌های علمی کشور، مراکز پژوهشی و آموزشی مربوط...)		

صادق و وطن‌پرست، مهم‌ترین ارکان توسعه صنعتی بیوتکنولوژی در کشور است.	خلیج فارس به عنوان ذخیره منابع طبیعی بیوتکنولوژی قبل از آنکه به سرنوشت اسفانگیز آلودگی وسیع دریای خزر مبتلا شود؛	9- بررسی منابع اولیه آلی قابل بازیافت کشور شامل مواد زائد کشاورزی، پساب کارخانه‌های صنایع غذایی، لبنی، نشاسته، ذرت، آرمیوه، کاغذ و چوب، تفاله میوه‌ها، ملاس و سایر مواد ارزنده اولیه که در حال حاضر قسمت اعظم آن فاسد می‌شود و از بین می‌رود. این منابع در تولید بسیاری از محصولات ارزنده حاصل از روش‌های بیوتکنولوژی که با هزینه گزاف وارد کشور می‌شود، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. چنانچه بررسی دقیقی در این زمینه صورت گیرد، ملاحظه خواهد شد که چه منبع عظیمی پشتوانه توسعه صنعت بیوتکنولوژی در کشور است؛
□ دکتر ضرغام دستیابی به قابلیت‌های علمی محوری بر دانش تکنیکی بیوتکنولوژی در ایران، نیازمند فرایند تدریجی و تحولی است که به وسیله آن، مؤسسه‌ها و مراکز علمی، بر اساس توسعه و استعمال علوم پایه‌ای که تکنولوژی بر مبنای آنها بنا شده است، تطابق یابند. ایجاد مؤسسه‌های علمی و استحکام بخشیدن به علوم پایه سهل‌ترین و ارزان‌ترین بها برای رسیدن به این هدف است.	12- پیش‌بینی واحدهای تولید صنعتی بیوتکنولوژی متناسب با نیاز کشور، در مجموعه سیاستگذاری‌های دولت، که بتوان در آینده نزدیک با توجه به منابع طبیعی ارزنده موجود، در چارچوب یک برنامه مدون از آنها استفاده کرد. بدیهی است تدوین قوانین و مقررات بین المللی و وجود یک مرکز رفرانس کنترل کیفیت و سلامت محصولات بیوتکنولوژی نیز اساسی است تا در صورت تولید، ایران نیز همگام با سایر کشورهای جهان با ارائه گواهینامه‌هایی با استاندارد بین-المللی بتواند در بازارهای جهانی سهمی را به خود اختصاص دهد. در نهایت شناخت ایران و توانایی‌های عظیم خداداد آن، اعم از مواد اولیه و میکروارگانیسم‌های صنعتی و تنوع جغرافیایی آن، اراده ملی و سیاستگذاری واقعی و قاطع با کمک علمی صاحب‌نظران	10- برنامه‌ریزی اصولی و ایجاد واحدهای صنعتی بیوتکنولوژی وابسته به دریا به خصوص در حوزه خلیج فارس که یکی از غنی‌ترین دریا‌های جهان برای تولید محصولات بیوتکنولوژی است؛
نکته بسیار مهم و شاید بفرنج، تولید پایه‌های صنعتی و تکنولوژیکی لازم برای کاربرد و تجاری کردن بیوتکنولوژی است. فعالیت‌هایی نظیر فرآورش زیستی⁶، ابتدا در شرایط آزمایشگاهی محقق می‌شود، ولی تبدیل آن به محصولات بیوتکنولوژیکی تجاری قابل دسترس، نیازمند انواع متفاوتی از قابلیت‌هاست. برای آنکه این	11- ممانعت اساسی از ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی در	11- ممانعت اساسی از ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی در

قابلیت‌ها از نظر کمی و کیفی به طور رضایتبخش تجمع یابند، نیازمند زمان زیادی هستیم. کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته دارای مشکلات صنعتی و مهارتی هستند که مانع تلاش آنها در جهت توسعه قابلیت‌های بیوتکنولوژیکی می‌شود، که باید بر آنها غلبه کرد. توسعه آینده ایران در گرو توسعه علم است. سیاستگذاران علمی و فرهنگی باید الهام‌بخش رشد سریع در مدارس و سیستم آموزش عالی باشند.

زمینه‌های علمی و تحقیقاتی نوین در صورتی ایجاد می‌شود که گروه‌هایی از دانشمندان تلاش کنند زمینه‌های علمی نوین و تغییرات اصولی که برای انجام این تغییرات مورد نیاز است، کشف کنند.



■ **دکتر زرغام:** کشورهای در حال توسعه با توجه به استانداردهای لازم برای ورود به بیوتکنولوژی در مخاطره هستند.

از طرفی ورود به دنیای تولید، بازاریابی و پخش محصولات بیوتکنولوژیک، به معنای یافتن

راه‌حل‌های مناسب و سهل‌الوصول برای مشکلات تولیدی و تکنولوژیک و رقابت شدید با کارخانجاتی است که سعی دارند سهم خود را در بازار حفظ کنند. عبور از آزمایشگاه به صنعت به سادگی میسر نیست، به خصوص در کشورهای در حال توسعه که دانش و آگاهی بیوتکنولوژی پایه به آسانی وارد فضای اقتصادی نمی‌شود و این امر باعث کاهش توانایی‌های بیوتکنولوژی در تولید ثروت می‌شود.

برای آنکه از کوشش‌ها و فعالیت‌های علمی عبور کارآمدی به سوی بازار رخ دهد، باید قابلیت‌ها و مؤسسات مختلفی موجود باشند، مانند: بازار بزرگی که به خوبی سازماندهی شده باشد (که پرمخاطره است)، یک بخش صنعتی که نسبت به فرهنگ علمی نفوذپذیر باشد، یک بخش علمی که نسبت به فرهنگ صنعتی نفوذپذیر باشد و مجموعه مؤسسات قانونی مربوط.

□ **دکتر گلیایی**

مهم‌ترین عامل برای شکوفایی حوزه بیوتکنولوژی،

وجود یک اراده سیاسی قوی در مسئولان مبنی بر لزوم دستیابی به دانش فنی بیوتکنولوژی در کشور است. این تصمیم باید در بالاترین سطح اجرایی کشور اتخاذ و مورد نظارت و پیگیری قرار گیرد. اجتناب از پراکندگی تخصص‌ها و امکانات، شرط لازم برای شروع یک کار اساسی است. پس از کسب پیشرفت‌های لازم و دستیابی به دانش فنی و امکانات اولیه، می‌توان در آینده، در هر نقطه‌ای از کشور و یا در هر مؤسسه‌ای، یک بخش بیوتکنولوژی دایر کرد. ولی به طور قطع و یقین، در ابتدای کار چنین شیوه‌ای غلط است و با شکست روبرو خواهد شد.

یادداشت‌ها

1. Bull, Holt & Lilly, 1982
2. Ice Minus
3. Transfection
4. Structural Biology
5. Gene Manipulation
6. Bioprocessing