

بیوتکنولوژی، اولویتی برای کشورهای در حال توسعه

محمد آهنگرزاده رضایی

عضو گروه بیوتکنولوژی شبکه تحلیل گران تکنولوژی ایران (ایتان)

تهران، خیابان کارگر شمالی، کوچه شهید اکبری، پلاک ۸، طبقه سوم، گروه بیوتکنولوژی،

صندوق پستی ۱۶۸۸-۱۳۴۴۵

rezaee51@yahoo.com

چکیده:

کشورهای توسعه یافته به دلیل عدم محدودیت در منابع، معمولاً امکان سرمایه‌گذاری و تحقیق در حوزه‌های گوناگون فناوری را دارا می‌باشند اما کشورهای در حال توسعه به دلیل محدودیت‌های شدید منابع، توانایی کار در تمام زمینه‌های علوم را ندارند؛ به همین علت، این کشورها بایستی اولویت‌ها و پتانسیل‌های خود را مشخص نموده و در راستای آن‌ها حرکت نمایند. بیوتکنولوژی از جمله فناوری‌های نوینی است که در سال‌های اخیر قابلیت خود را به‌عنوان یک حوزه گسترده، پربازده و کم‌خطر به جهت سرمایه‌گذاری، حتی برای کشورهای در حال توسعه نشان داده است. بررسی وضعیت بیوتکنولوژی در برخی از کشورهای در حال توسعه نظیر کوبا، کره جنوبی و هند که تجربیات بسیار موفقی در این عرصه داشته و در حال حاضر اساس توسعه پایدار خود را بر مبنای این فناوری بنا نهاده‌اند، الگوی مناسبی برای سایر کشورهای در حال توسعه نظیر ایران ارایه می‌دهد. به‌عنوان مثال، کشور کوبا که در سال‌های اخیر پیشرفت زیادی در زمینه بیوتکنولوژی به‌ویژه بیوتکنولوژی پزشکی داشته و سازمان بهداشت جهانی، این کشور را در رده چهارم از پنج رده طبقه‌بندی شده خود در زمینه بیوتکنولوژی قرار داده است، از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰، حدود ۳/۵ میلیارد دلار در زمینه بیوتکنولوژی سرمایه‌گذاری کرده است. در نتیجه این توجه گسترده، امروزه فرآورده‌های بیوتکنولوژی تولید شده در کوبا به بیش از ۴۰ کشور مختلف دنیا صادر می‌شود. از سوی دیگر، این کشور با بکارگیری پتانسیل‌های بیوتکنولوژی در کشاورزی توانسته است بخش اعظم نیازهای داخلی خود در زمینه کشاورزی را مرتفع نماید. بنابراین، یکی از ویژگی‌های مهم بیوتکنولوژی ماهیت "چند رشته‌ای" آن بوده و توانایی‌های گسترده آن در عرصه‌های مختلف پزشکی، صنعت، کشاورزی، دام، آبزیان و محیط‌زیست به‌خوبی مشخص شده است. این فناوری نه تنها می‌تواند مشکلات غذایی حال و آینده کشورهای فقیر و در حال توسعه را برطرف سازد، ابزار بسیار مناسبی برای مقابله با بیماری‌ها و حفظ سلامت و بهداشت این جوامع به‌شمار می‌رود. استفاده از بیوتکنولوژی برای شناسایی بیماری‌های عفونی، تولید واکسن‌ها و داروهای نو ترکیب و طراحی روش‌های جدید تحویل واکسن و دارو از جمله کاربردهای بسیار مفید این فناوری در عرصه پزشکی می‌باشد. استفاده از این فناوری در تولید انرژی، افزایش استخراج ذخایر زیرزمینی به‌ویژه نفت، استفاده بهینه از ضایعات صنایع و تصفیه‌های بیولوژیک از دیگر پتانسیل‌های بی‌شمار این صنعت است که می‌تواند در پیشرفت کشورهای فقیر و در حال توسعه موثر واقع شود.

در این مقاله ضمن اشاره به گوشه‌ای از تجربیات برخی کشورهای موفق در حال توسعه، ضرورت توجه بیشتر مسئولان و برنامه‌ریزان کلان کشور برای مشخص کردن جایگاه و نقش بیوتکنولوژی به‌عنوان یکی از اولویت‌های مهم فناوری کشور مورد تأکید قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: بیوتکنولوژی، اولویت فناوری، کشورهای در حال توسعه

اهمیت بیوتکنولوژی برای کشورهای در حال توسعه

بی‌شک در جهان امروز، پیشرفت‌های بوجود آمده در زمینه علوم زیستی یکی از اصلی‌ترین دلایل بالا رفتن رفاه اجتماعی و آسایش زندگی نوع بشر به‌شمار می‌رود. به‌عنوان مثال، موفقیت‌های ارزشمند بدست آمده در علوم پزشکی که باعث ریشه‌کنی بسیاری از عفونت‌های مهلک گذشته و افزایش کمیت و کیفیت زندگی شده، بدون بهره‌گیری از نتایج این پیشرفت‌ها امری غیرممکن بود. بیوتکنولوژی از جمله شاخه‌های کاربردی این علوم است که با بکارگیری طیف گسترده‌ای از علوم پایه و مدرن نظیر بیولوژی مولکولی، میکروبیولوژی و مهندسی ژنتیک، جایگاه مهمی در پیشرفت‌های اخیر بشر در زمینه علوم پزشکی، کشاورزی، صنعت و غیره داشته است. به‌همین دلیل، در حال حاضر بسیاری از کشورهای جهان برای مقابله با مشکلات بزرگی نظیر تأمین امنیت غذایی، حل معضلات بهداشتی و مبارزه با بیماری‌ها که گاه عوارض جبران‌ناپذیری مانند فقر، بروز آسیب‌های اجتماعی، جنگ و نابودی منابع زیست‌محیطی را به‌دنبال دارد، به استفاده از این فناوری روی آورده‌اند. اما در این میان اهمیت بیوتکنولوژی برای کشورهای در حال توسعه و فقیر بیش از کشورهای صنعتی و پیشرفته احساس می‌شود. چراکه کشورهای گروه اول به سبب کمبود منابع انسانی و اقتصادی از یک سو و ناکارآمدی سیستم‌های مدیریت و استفاده از منابع موجود، بیش از کشورهای گروه دوم در معرض تهدیدات یاد شده هستند. از این رو براساس گزارش "برنامه توسعه انسانی ملل متحد" (Human Development Report, UN, 2001) بیوتکنولوژی به‌عنوان یک شاهراه کلیدی برای پیشرفت اجتماعی و اقتصادی (Socio-economic) کشورهای در حال توسعه معرفی شده است.

بیوتکنولوژی کشاورزی و امنیت غذایی

یکی از مشکلات عمده در اغلب کشورهای جهان سوم به‌ویژه مناطق کم‌آب، وقوع خشکسالی‌ها و قحطی‌های سالانه است. این مسأله به نوبه خود عواقبی هم‌چون فقر و گرسنگی به‌ویژه در مناطق روستایی، کاهش منابع آبی و غذایی، بازده پایین محصولات زراعی، نابودی محیط‌زیست و مهاجرت به شهرها را به‌دنبال خواهد داشت.

بیوتکنولوژی قابلیت‌های فراوانی برای تولید غذا در کشورهای در حال توسعه به‌ویژه مناطق دارای شرایط بد اقلیمی، خشک و کم‌آب دارا می‌باشد. در این کشورها که عمدتاً با مشکلاتی هم‌چون افزایش بی‌رویه جمعیت، کمبود منابع و آب مواجه هستند، بیوتکنولوژی می‌تواند ضمن افزایش راندمان محصولات اصلی مانند گندم و برنج، موجب کاهش مصرف مواد شیمیایی و آب گردد. به‌عنوان مثال، در کشور چین ارقام تغییر ژنتیک یافته‌ای از برنج تولید شده است که راندمان تولید آن در مقایسه با ارقام قبلی ۱۵ درصد بیشتر است. نمونه دیگر، تولید رقم جدیدی از پنبه است که به علت دارا بودن ژن Bt (نوعی حشره‌کش بیولوژیک) تعداد دفعات مورد نیاز آن برای سم‌پاشی از سی بار به سه بار کاهش یافته است. پیشرفت‌های بیوتکنولوژی تولید فرآورده‌های دامی را نیز با انقلاب بزرگی مواجه ساخته است. به‌عنوان مثال، تولید هورمون رشد نو ترکیب گاوی (سوماتوتروپین گاوی) و استفاده از آن، بدون بالا بردن هزینه تغذیه دام‌ها، موجب افزایش میزان شیر تولیدی آن‌ها می‌شود. همچنین امروزه با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک، نژادهایی از گاوها تولید شده که بیش از والدین خود گوشت تولید می‌کنند.

بنابراین، علیرغم برخی مخالفت‌های جهانی با تولید و مصرف موجودات تغییر ژنتیک یافته (GMOs) همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بیوتکنولوژی یکی از اصلی‌ترین راه‌های تأمین امنیت غذایی برای جمعیت رو به ازدیاد دنیا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و فقیر و کاهش وابستگی غذایی آن‌ها به کشورهای صنعتی به‌شمار می‌رود. چراکه وابستگی غذایی مسلماً وابستگی‌های سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و غیره را به‌دنبال خواهد داشت. ذکر این نکته ضروری است، اگرچه بیوتکنولوژی نمی‌تواند به تنهایی و در دراز مدت مشکلاتی نظیر فقر و گرسنگی را به کلی حل کند، اما مسلماً در شرایط فعلی قادر است بخش عمده‌ای از نگرانی‌های کشورهای فقیر و جهان سوم را مرتفع سازد.

بیوتکنولوژی و تأمین سلامت و بهداشت کشورهای در حال توسعه

مقوله تأمین بهداشت و حفظ سلامت اجتماعی یکی از مهم‌ترین چالش‌های فراروی کشورهای جهان سوم و در حال توسعه به‌شمار می‌رود. در جهان امروز، این پدیده به‌ویژه با گسترش بیماری‌هایی نظیر ایدز، هپاتیت، مالاریا و عفونت‌های اسهالی که اغلب کشورهای مذکور با آن‌ها گریبانگیر هستند، از اهمیت و حساسیت دوچندانی برخوردار است. بنابراین بکارگیری فناوری‌های نوین از جمله روش‌های مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی که پتانسیل‌های گسترده‌ای برای حل معضلات گوناگون بشر از خود نشان داده‌اند، یکی از عمده‌ترین راه‌های تأمین بهداشت و حفظ سلامت جوامع فقیر خواهد بود.

بیوتکنولوژی به دلیل ویژگی‌هایی مانند در دسترس قراردادن روش‌های ارزان و سریع درمانی و بهداشتی، می‌تواند راه حل مناسبی برای جبران عقب‌ماندگی کشورهای در حال توسعه باشد و اگر کشورهای مذکور از این رویکرد جدید پزشکی و بهداشتی به شکل مناسبی استفاده کنند، می‌توانند سطح سلامت و بهداشت خود را در فاصله زمانی کوتاهی به حد کشورهای پیشرفته برسانند. در واقع بیوتکنولوژی به عنوان یک فناوری چند رشته‌ای که کاربردهای آن موجب ارتقای سطح زندگی بشر در عرصه‌های مختلف می‌شود، می‌تواند موجب افزایش رفاه و در نتیجه توسعه بهداشت در کشورهای در حال توسعه گردد. البته روش‌های فناوری زیستی به‌طور مستقیم نیز در تأمین بهداشت این جوامع مؤثرند که از مهمترین آن‌ها می‌توان به تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، ساخت واکسن‌ها و داروهای نو ترکیب ارزان‌قیمت، قابل دسترس و مؤثر، طراحی سیستم‌های جدید تحویل دارو و واکسن، کشف داروهای جدید، فارماکوژنومیک، شناسایی تنوع ژنتیکی بین افراد و تعیین ریسک ابتلا به برخی از بیماری‌ها و موارد دیگر اشاره نمود.

در واقع بیوتکنولوژی هم به‌عنوان یک صنعت درآمدزا و هم به‌عنوان یک عامل ارتقاء دهنده سطح زندگی می‌تواند بدلیل ویژگی‌هایی مانند ارزش افزوده زیاد، نیاز اندک به تجهیزات پیشرفته و سرمایه‌گذاری کلان، به‌عنوان یک صنعت نوین و ارزآور و یک رویکرد سهل الوصول برای مقابله با مشکلات فراروی این کشورها مطرح باشد.

وضعیت بیوتکنولوژی در برخی از کشورهای در حال توسعه

در این بخش از مقاله سعی می‌شود با معرفی گوشه‌ای از برنامه‌ریزی‌ها، فعالیت‌ها و موفقیت‌های چند کشور در حال توسعه که به پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه بیوتکنولوژی دست یافته‌اند، توانمندی‌ها و پتانسیل‌های این فناوری برای حل مشکلات و ایجاد فرصت‌های جدید برای کشورهای در حال توسعه بیش از پیش روشن گردد:

کره جنوبی

کشور کره جنوبی به‌عنوان یکی از کشورهای مترقی در حال توسعه، از اوایل دهه ۸۰ میلادی، همزمان با روند توجه جهانی، نسبت به برنامه‌ریزی و توسعه هدفمند بیوتکنولوژی به‌عنوان یک اولویت ملی اقدام نمود. این کشور، به‌خصوص از سال ۱۹۹۴، مجموعه‌ای از طرح‌های جامع را برای ارتقای تحقیق و توسعه در این فناوری تهیه نموده و سرمایه‌گذاری چشمگیری را در این حوزه انجام داده است. میزان سرمایه‌گذاری این کشور در تحقیق و توسعه (R&D) بیوتکنولوژی طی سال‌های ۱۹۹۸، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ به ترتیب ۱۱۳، ۱۶۱، ۲۱۴ و ۲۶۰ میلیارد وُن بوده است. این سرمایه‌گذاری‌ها عمدتاً در جهت افزایش توانمندی‌های تکنولوژیک در هفت حوزه اساسی شامل مواد زیستی، بهداشت، شیلات، کشاورزی، دامداری، تکنولوژی غذا و رشته‌های مهندسی مرتبط با بیوتکنولوژی بکار گرفته شده‌اند. برطبق آمارهای ارائه شده توسط وزارت بازرگانی، صنایع و انرژی کره (MOCIE)، این کشور از نظر توسعه و توانایی‌های صنعت بیوتکنولوژی، هم اکنون در رده سیزدهم جهان قرار دارد. اما دولت کره مصمم است، جایگاه این کشور را تا سال ۲۰۱۰ به رتبه هفتم جهانی ارتقا داده و به یکی از قطب‌های مهم اقتصادی دنیا در حوزه بیوتکنولوژی بدل گردد.

دولت کره در سال ۱۹۹۴ با هدف پیوستن به ردیف کشورهای توانمند جهان، یک برنامه وسیع و آرمانگرایانه ۱۴ ساله با عنوان "برنامه بیوتک ۲۰۰۰" (معروف به پروژه HAN) جهت توسعه ملی بیوتکنولوژی با اعتباری حدود ۲۰ میلیارد دلار و با مشارکت هفت وزارتخانه و بخش خصوصی را آغاز نمود. این پروژه دارای سه فاز است که فاز اول، دوم و سوم آن به ترتیب برای سال‌های ۱۹۹۷-۱۹۹۴، ۲۰۰۲-۱۹۹۸

و ۲۰۰۳-۲۰۰۷ پیش‌بینی شده است. بر اساس برنامه مذکور، کره در سال ۲۰۰۷ به یکی از قطب‌های بیوتکنولوژی جهان تبدیل خواهد شد. این پروژه در سال‌های ۹۴ تا ۹۷ از حمایت دولت و بخش خصوصی به مجموع ۱/۹ میلیارد دلار برخوردار بود. طی چهار سال اول برنامه، بیش از ۵۰۰ میلیون دلار توسط دولت و بیش از یک میلیارد دلار توسط صنایع کره سرمایه‌گذاری شده است. طبق پیش‌بینی‌های انجام شده، دولت و بخش خصوصی کره باید طی دوره چهارده ساله برنامه هان (۲۰۰۷-۱۹۹۴) حدود ۱۵ میلیارد دلار در این صنعت سرمایه‌گذاری کنند. برای مثال، دولت در سال ۲۰۰۳ بودجه‌ای به مبلغ ۵۰۰ میلیون دلار برای توسعه زیست‌فناوری در این کشور تخصیص داد. البته پیش‌بینی می‌شود رقم این بودجه در سال ۲۰۱۰ به بیش از ۲/۱ میلیارد دلار افزایش یابد.

تأثیر بیوتکنولوژی در اقتصاد ملی کره جنوبی به‌طور چشم‌گیری در حال افزایش است. برای مثال، ارزش بازار محصولات صنعت بیوتکنولوژی کره در سال‌های ۱۹۹۸، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ به ترتیب حدود ۵۱۰، ۵۳۶ و ۷۲۰ میلیون دلار اعلام شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ارزش بازار بیوتکنولوژی این کشور در سال ۲۰۰۰ نسبت به سال قبل از آن از رشدی معادل ۳۴/۳ درصد برخوردار است که رقم قابل توجهی می‌باشد. در سال ۲۰۰۰ ارزش تولیدات فرآورده‌های زیستی این کشور حدود ۹۴۴ میلیون دلار برآورد شده است که تنها ۵۵/۶ درصد آنها به ارزش ۴۰۰ میلیون دلار مربوط به محصولات دارویی نو ترکیب بود؛ ضمناً در طی سال مذکور، ارزش صادرات فرآورده‌های زیستی کره به بیش از ۴۸۸ میلیون دلار بالغ گردیده است. لازم به ذکر است که این موقعیت کره، مدیون حمایت دولت و بخش خصوصی در زمینه بیوتکنولوژی می‌باشد. در سال ۲۰۰۳ ارزش صنعت بیوتکنولوژی این کشور به ۱/۵۸ میلیارد دلار رسید اما پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال ۲۰۱۲ به ۱۴/۱۷ میلیارد دلار افزایش یابد. بر اساس برنامه وزارت بازرگانی، صنایع و انرژی کره، این کشور در سال ۲۰۱۲ بیش از ۱۰ درصد بازارهای جهانی بیوتکنولوژی را در اختیار خواهد داشت. در ضمن دولت کره امیدوار است با پیشرفت صنعت بیوتکنولوژی در این کشور بتواند فرصت‌های شغلی فراوانی ایجاد نماید. بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده، تا سال ۲۰۱۰، حدود ۷۰۰۰۰ نفر در صنایع بیوتکنولوژی این کشور مشغول به کار خواهند شد.

کره جنوبی علاوه بر تلاش در جهت رشد بیوتکنولوژی، فعالیت‌های بسیاری در جهت بسترسازی فرهنگی بیوتکنولوژی نیز انجام داده است. به‌عنوان مثال، دولت این کشور سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ را به ترتیب تحت عنوان "سال بیوتکنولوژی" و "سال نانو- بیوتکنولوژی" نامگذاری کرده است. این گونه برنامه‌ها بی‌تردید تأثیر فراوانی در ایجاد انگیزه برای محققین و دانشمندان، به‌ویژه متخصصان جوان برای پرداختن به بیوتکنولوژی خواهد گذاشت و شرکت‌های خصوصی را به سرمایه‌گذاری در این حوزه ترغیب خواهد نمود.

یکی دیگر از عوامل اصلی پیشرفت کره در فناوری زیستی، آن است که صاحبان صنایع و بخش خصوصی کره جنوبی، علیرغم بحران اقتصادی سال‌های اخیر، نقش حیاتی بیوتکنولوژی را در اقتصاد جهانی به‌خوبی درک کرده و لذا سرمایه‌گذاری آن‌ها بعد از سال ۱۹۹۷ روند افزایشی داشته است. به‌طوریکه تا پایان سال ۲۰۰۱ بیش از ۶۰۰ شرکت فعال در زمینه بیوتکنولوژی ایجاد شده‌اند.

با توجه به قدمت و توانایی صنایع تخمیری در کره، اسیدهای آمینه، آنتی‌بیوتیک‌ها و پروتئین‌های دارویی نو ترکیب، بخش اعظم فرآورده‌های زیستی تولیدی این کشور را تشکیل می‌دهند. برای مثال، در حال حاضر بیش از ۲۰ درصد بازار جهانی اسیدهای آمینه با ارزشی حدود ۷۵ میلیون دلار در اختیار کره می‌باشد. واکسن هپاتیت B نو ترکیب در سال ۱۹۸۷ توسط کره تولید شد. این فرآورده در سال ۱۹۹۹ حدود ۴۰ درصد بازار جهانی را در اختیار داشت. میزان فروش این محصول در سال ۲۰۰۱ به بیش از ۷۲ میلیون دلار بالغ گردید. یکی دیگر از فرآورده‌های زیستی تولید شده در این کشور، هورمون رشد انسانی نو ترکیب (hGH) می‌باشد که تولید آن در سال ۱۹۹۰ توسط شرکت LG Chemical Ltd آغاز شده و در سال ۱۹۹۳ بازار داخلی آن به ۴۰ میلیون دلار رسید. ارزش بازار این هورمون در سال ۲۰۰۱ حدود ۱۲ میلیون دلار بود. ضمناً فناوری ساخت این فرآورده، به شرکت انگلیسی SmithKline Beecham نیز فروخته شده است. همچنین آنتی‌بیوتیک ریفامایسین تولیدی کره در سال ۱۹۹۸ ده درصد بازار جهانی به ارزش ۷/۵ میلیون دلار را به خود اختصاص داده بود. تکنولوژی تولید این دارو نیز به هند انتقال یافته است. از دیگر اقلام تولیدی این کشور و ارزش بازار آنها در سال ۲۰۰۱ می‌توان انسولین (۱۴ میلیون دلار)، اریتروپوئیتین (۱۳ میلیون دلار)، فاکتور محرک رشد گرانولوسیت یا G-CSF (۸ میلیون دلار)، اینترفرون‌ها (۵ میلیون دلار)، آنتی‌بادی‌های منوکلونال (۲ میلیون دلار) و کیت‌های تشخیصی پزشکی (۱۹ میلیون دلار) را نام برد. این کشور در مجموع ۳ تا ۵ درصد بازار جهانی داروهای زیستی را در اختیار دارد.

کوبا

کوبا به‌عنوان یک کشور در حال توسعه، پیشرفت‌های زیادی در زمینه بیوتکنولوژی و به‌خصوص در زمینه بیوتکنولوژی پزشکی نموده است؛ به‌طوری‌که سازمان بهداشت جهانی، کوبا را در رده چهارم از پنج رده طبقه‌بندی شده خود در زمینه بیوتکنولوژی قرار داده است. عمده‌ترین دلایل پیشرفت کوبا در این عرصه، عزم ملی، اتخاذ یک سیاست ملی روشن و نقش قاطع دولت در برنامه‌ریزی و هدایت تحقیقات می‌باشد. دولت کوبا متولی اصلی توسعه بیوتکنولوژی در این کشور است، به‌طوری‌که فیدل کاسترو، رهبر کوبا، پس از روی کار آمدن در سال ۱۹۵۹، فناوری زیستی و بهداشت عمومی را به‌عنوان دو اولویت ملی اعلام کرده و پیشرفت در این عرصه‌ها را سر لوحه کارهای دولت قرار داد. دولت کوبا در طی دهه ۱۹۹۰ بیش از یک میلیارد دلار در زمینه توسعه خوشه‌های بیوتکنولوژی هزینه کرد. در سایه این تلاش‌ها، دانشمندان کوبایی در سال ۱۹۸۵ برای نخستین بار در جهان واکسن مننژیت B را با روش‌های بیوتکنولوژیک تولید کرده و با موفقیت بر روی انسان آزمایش کردند. هر ساله بیش از ۱۵۰ میلیون دلار از صادرات این واکسن به خزانه کوبا سراریز می‌شود. در حال حاضر نیز محققان کوبایی مشغول تحقیق بر روی ساخت واکسن ایدز و انواع دیگری از محصولات بیولوژیک هستند. آنها همچنین موفق به تولید گونه‌ای ماهی شده‌اند که دو برابر سریع‌تر از گونه‌های معمولی رشد می‌کند. اکنون بیوتکنولوژی پس از شکر، مقام دوم صنایع کوبا را در اختیار دارد. همچنین در حال حاضر علی‌رغم تحریم کوبا، کشور آمریکا یکی از وارد کنندگان واکسن مننژیت B این کشور می‌باشد، که این موضوع قدرت و توانایی بیوتکنولوژی یک کشور در حال توسعه را نشان می‌دهد.

در حال حاضر، کوبا با دارا بودن ۱۶۰ واحد تحقیق و توسعه و بیش از ۱۰۰۰۰ محقق در سراسر کشور، خود را به‌عنوان یک کشور مطرح در زمینه بیوتکنولوژی معرفی کرده است. چهل مؤسسه در غرب هاوانا، قطب علمی این کشور کوچک را تشکیل می‌دهند. طبق آمار و ارقام موجود، دولت کوبا از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰، حدود ۳/۵ میلیارد دلار در زمینه بیوتکنولوژی سرمایه‌گذاری کرده است. پیشبرد برنامه‌های بیوتکنولوژی در این کشور آنقدر اهمیت دارد که دولت در خلال سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۶ (سال‌های بحران اقتصادی کشور) نیز از سرمایه‌گذاری در این بخش چشم‌پوشی نکرده است و با در پیش گرفتن ریاضت اقتصادی در سایر حوزه‌ها، سالانه ۵۰ میلیون دلار در بیوتکنولوژی سرمایه‌گذاری کرده است.

بر اساس اطلاعات موجود تا سال ۲۰۰۲ در این کشور، ۵۰۵ پتنت (Patent)، ۲۴ واکسن و ۱۵۰ داروی نو ترکیب جدید به ثبت رسیده و ۴۹ فرآورده ژنریک شامل ۵ داروی درمان ایدز، ۱۵ ابزار جدید پزشکی و ۲۴ کیت تشخیصی ساخته شده است. این کشور همچنین، تا سال ۲۰۰۲، چهارده موافقت‌نامه با هدف انتقال بیوتکنولوژی به سایر کشورها از جمله هند، چین، برزیل، مصر، ایران، روسیه، مالزی، مکزیک و انگلستان به امضا رسانده است.

از عمده‌ترین محصولات زیستی تولید شده در کوبا می‌توان به فرآورده‌های دارویی نظیر واکسن مننژیت، واکسن هپاتیت B، اینترفرون نو ترکیب $\alpha 2b$ ، استرپتوکیناز، اینترفرون گاما، فاکتور رشد پوستی، اریتروپوئیتین، داروهای قلبی و درمان ایدز و واکسن نو ترکیب بر علیه کنه اشاره کرد. از این میان، واکسن‌های مننژیت و هپاتیت کوبا جنبه جهانی دارند. گیاهان و ماهی‌های ترانس‌ژنیک از دیگر محصولات صنایع بیوتکنولوژی کوبا می‌باشند. همچنین ۲۹ واکسن جدید تولید شده در کوبا از جمله واکسن درمان سرطان، در حال گذراندن آزمایشات بالینی در کشورهای کانادا، آرژانتین و انگلستان هستند.

امروزه فرآورده‌های بیوتکنولوژی تولید شده در کوبا به بیش از ۴۰ کشور دنیا در مناطق مختلف آسیا، آفریقا، کارائیب و آمریکای جنوبی صادر می‌شود. در بخش کشاورزی نیز کوبا پیشرفت‌های زیادی داشته است، ولی اکثر تحقیقات کوبا در این زمینه (۸۵ درصد) به سمت بازارهای داخلی سوق داده می‌شوند. هدف اصلی کوبا در زمینه بیوتکنولوژی کشاورزی، رفع نیازهای مختلف این کشور می‌باشد (قسمت اعظم این تحقیقات بر روی نیشکر انجام می‌گیرد). برای مثال، محققان این کشور با استفاده از ضایعات نیشکر و تکنولوژی تخمیر اقدام به تهیه و تولید پروتئین‌های تک یاخته (SCP) نموده‌اند تا کشور را از واردات خوراک دام و سویا بی‌نیاز نمایند. لازم به ذکر است که صنعت بیوتکنولوژی کوبا صرفاً برای رفع نیازهای داخل کشور ایجاد نشده است. دولت کوبا از این فناوری مدرن، برای کاهش نیازهای کشور به خارج، ایجاد اشتغال، افزایش سطح سلامت و زندگی مردم، توسعه صادرات و پرداخت بدهی‌های کشور استفاده می‌کند.

بطور کلی، علل توسعه چشمگیر بیوتکنولوژی کوبا، در طی سال‌های گذشته را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

(۱) اتخاذ یک سیاست ملی مشخص و مناسب برای سرمایه‌گذاری‌های وسیع و حمایت دولتی (دادن اولویت ویژه به بیوتکنولوژی)

(۲) همکاری‌های مشترک بین سازمان‌های مختلف در مورد مسایل علمی و فناوری‌های نوین

(۳) معرفی بیوتکنولوژی به‌عنوان یک اولویت ملی و منبع تأمین درآمد

(۴) تعیین بیوتکنولوژی به‌عنوان یک استراتژی ورود به بازار تکنولوژی‌های پیشرفته

(۵) حفظ و گسترش توانمندی‌های بیوتکنولوژی (از جمله تأسیس آزمایشگاه‌های نوین، اعطای تسهیلات برای تولید و استفاده از

نیروهای علمی جوان شاغل در آزمایشگاه‌های خارج و داخل کشور) به‌رغم بحران‌های اقتصادی دهه ۹۰ در این کشور

هند

کشور هند با برخورداری از نیروی انسانی ماهر و کم‌هزینه، سیستم تحقیق و توسعه کارآمد، تنوع زیستی غنی، استفاده مؤثر از تکنولوژی اطلاعات و تکلم و تسلط به زبان انگلیسی، توانسته است در زمینه فناوری‌های نوین از جمله بیوتکنولوژی به پیشرفت‌های چشمگیری دست یابد. این کشور بیوتکنولوژی را از سال ۱۹۷۴ آغاز کرد. در این سال دولت هند، سرمایه‌گذاری و پژوهش در زمینه زیست‌شناسی مولکولی را به‌عنوان یک ضرورت ملی اعلام نموده و در سال ۱۹۸۲، کمیته ملی بیوتکنولوژی (NBTB) را بنیان نهاد. کمیته مذکور نیز در سال ۱۹۸۳، برنامه بلندمدت این کشور در زمینه بیوتکنولوژی را ارائه نمود. براساس برنامه جامع تدوین شده، خودکفایی در تأمین مواد غذایی، پوشاک، سلامتی و بهداشت جامعه، تولید انرژی، حفاظت از محیط‌زیست، استخدام نیروی انسانی، رشد صنعتی و تعادل در تجارت بین‌المللی، اهداف این کشور برای توسعه فناوری زیستی را تشکیل می‌دادند. دولت هند به‌منظور توسعه سریع در فناوری زیستی، در سال ۱۹۸۶، دپارتمان بیوتکنولوژی هند (DBT) را نیز تأسیس کرد. نظارت بر برنامه‌ریزی و هماهنگی برنامه‌های صنعتی و علمی بیوتکنولوژی از وظایف این دپارتمان به شمار می‌رود.

یکی دیگر از برنامه‌های موفق دولت هند که تأثیر بسزایی در توسعه بیوتکنولوژی آن دارد، ایجاد شبکه اطلاعات بیوتکنولوژی کشور است. هند از اولین کشورهایی است که سیستم گسترده بیوانفورماتیک را بوجود آورد. این سیستم در طول برنامه هفتم توسعه کشور و به‌منظور کنترل و هماهنگی بین حوزه‌های مختلف بیوتکنولوژی توسط دپارتمان بیوتکنولوژی ایجاد گردید. این برنامه شامل یک بانک اطلاعاتی گسترده و سیستم شبکه‌ای به نام "سیستم یکپارچه اطلاعات بیوتکنولوژی" یا BTISnet می‌باشد.

اهتمام جدی به امر آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص در بخش بیوتکنولوژی از دیگر اولویت‌های دولت هند برای تسریع روند توسعه فناوری زیستی در این کشور بوده است. به‌طوری‌که در حال حاضر، حدود ۵۵ دانشگاه و مؤسسه در امر آموزش و تربیت نیروی انسانی بخش بیوتکنولوژی دخیل می‌باشند. هر ساله در این کشور، ۵۵۰ نفر در رشته‌های مرتبط با بیوتکنولوژی مشغول به تحصیل می‌شوند. دوره‌ها نیز در سطوح مختلف (کارشناسی ارشد و دکتری) و در گرایش‌های گوناگون شامل بیوتکنولوژی عمومی (۳۲۴ نفر)، بیوتکنولوژی کشاورزی (۸۰ نفر)، بیوتکنولوژی پزشکی (۱۰ نفر)، بیوتکنولوژی دریایی (۲۵ نفر)، اعصاب (۵ نفر) برگزار می‌گردد. همچنین سالانه ۷۵ نفر در مقطع کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی و مهندسی بیوشیمی، دوره‌های تکمیلی کارشناسی ارشد و دکترای حرفه‌ای در بیوتکنولوژی پزشکی (۹ نفر)، دوره‌های تحصیلات تکمیلی در مهندسی ژنتیک (۱۲ نفر) و تکنولوژی مولکولی و بیوشیمی (۲۰ نفر) جذب دانشگاه‌های هند می‌شوند. لازم به‌ذکر است که در سال ۲۰۰۱ حدود ۲۰۰۰۰ نفر در حوزه‌های مختلف بیوتکنولوژی هند استخدام شده‌اند.

در حدود ۹۵ درصد بودجه پژوهشی هند در امر بیوتکنولوژی از منابع دولتی تأمین می‌شوند. بودجه بیوتکنولوژی هند در برنامه پنج‌ساله ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۰ بالغ بر ۲۰۰ میلیون دلار بوده است. این کشور هزینه‌های تحقیق و توسعه بیوتکنولوژی را از ۱۳ میلیون دلار در سال ۱۹۸۸ به ۲۸ میلیون دلار در سال ۹۴ افزایش داد که ۱۵ درصد آن توسط بخش خصوصی تأمین گردید. همچنین بر اساس برنامه پنج‌ساله ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۲ هند، مبلغ ۲۵۵ میلیون دلار در بخش تحقیق و تولید بیوتکنولوژی این کشور سرمایه‌گذاری گردید.

در حال حاضر، بیش از ۸۰۰ شرکت در زمینه‌های مختلف بیوتکنولوژی در هند مشغول به فعالیت می‌باشند. بر اساس اعلام مؤسسه Frost & Sullivan، ارزش بازار بیوتکنولوژی هند از ۲/۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۲ به ۶/۷۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۰ خواهد رسید.

همچنین طبق گزارش اخیر این مؤسسه که در نشریه بازارهای بیوتکنولوژی آسیا و اقیانوس آرام به چاپ رسیده است، کشور هند با ۵۷ نمره از ۱۰۰ امتیاز، به عنوان چهارمین بازار بزرگ بیوتکنولوژی در منطقه معرفی شده است. لازم به ذکر است که در این امتیازبندی عواملی همچون حمایت دولت، ساختار تشکیلاتی، شرایط سرمایه‌گذاری، رقابت صنعت و سهولت ورود به بازار مورد توجه قرار گرفته‌اند. طبق برآوردهای حاصله، میزان فروش فرآورده‌های بیوتکنولوژی هند مرتبط با بهداشت انسان و دام، از ۱۱۵ میلیون دلار سال ۲۰۰۲ به ۲۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۰۵ خواهد رسید.

در بخش کشاورزی، هند با دارا بودن تنوع زیستی غنی، نیروی انسانی ماهر و هزینه پایین، به شکل مناسبی از بیوتکنولوژی استفاده کرده است، همچنین از آنجا که اقتصاد هندوستان تا حد زیادی متکی بر کشاورزی است، بخش عمده کوشش‌ها برای پژوهش در بیوتکنولوژی در این حوزه متمرکز شده است. به طوری که در حال حاضر، بسیاری از برنامه‌های مهم این کشور، در جهت بکارگیری بیوتکنولوژی در حوزه کشاورزی و دامپزشکی استوار است. شرکت‌های خصوصی هند نیز برای سرمایه‌گذاری در زمینه بیوتکنولوژی کشاورزی علاقه زیادی نشان می‌دهند. اولویت‌های اصلی دولت هند در این زمینه شامل، تولید گیاهانی نظیر برنج، گندم، نخود، چای، پنبه، قهوه، هل، کلم و انواع گیاهان دارویی با استفاده از روش‌های بیوتکنولوژیک است. تولید گیاهان به‌روش تکثیر کشت بافت نیز در سال‌های اخیر به‌خوبی در هند رواج یافته و به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. یکی از اهداف اصلی دولت هند برای توسعه این تکنولوژی، ایجاد صنعت کشت و پرورش گل‌های زینتی است به طوری که توانایی رقابت در بازارهای جهانی را داشته باشد. بر این اساس، گمان می‌رود در سال‌های آتی، درآمد حاصل از صادرات گل‌های زینتی هند به کشورهای جهان ۲۵ تا ۳۰ درصد افزایش یابد که این میزان رشد در میان محصولات کشاورزی کم‌نظیر است.

بر اساس پیش‌بینی‌های انجام گرفته، میزان رشد این کشور در بخش بیوتکنولوژی کشاورزی ۶۰ درصد، بخش مواد تشخیصی و دارویی ۲۵ درصد و واکسن‌ها ۱۵ درصد خواهد بود.

وضعیت ایران در بین کشورهای در حال توسعه

ایران در بین کشورهای در حال توسعه، موقعیت استثنایی دارد. کشور ما از لحاظ منابع انسانی موقعیت خوبی دارد. جوانان ایران از بهره‌های بالایی برخوردارند. آمارها نشان می‌دهد که تعداد دانشمندان، محققان و مخترعان ایرانی، به‌عنوان عضوی از جامعه جهانی، سال به سال افزایش پیدا می‌کند. اما جای بسی تأسف است که با وجود این همه ظرفیت، شاهد شکوفایی و رشد علمی و اقتصادی جدی کشور، که از دیرباز مهد علم و دانش بوده، نیستیم. در این میان، مهاجرت مغزها یکی از بزرگترین مشکلاتی است که جامعه علمی کشور با آن روبرو بوده و حوزه بیوتکنولوژی نیز از این قضیه مستثنی نمی‌باشد. شاید یکی از عمده‌ترین علل فرار مغزها در کشور ما این است که توسعه تحصیلات تکمیلی با توسعه اقتصادی همراه نبوده و لذا قشر تحصیل کرده، کشور را برای یافتن موقعیت بهتر از لحاظ علمی و اقتصادی به مقصد کشورهای پیشرفته ترک می‌کنند. آمارها نشان می‌دهد که در طول سال‌های اخیر بیش از ۴۲۰ هزار نفر از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی، کشور را ترک نموده‌اند.

از این رو، افق‌های گسترده‌ای که توسط بیوتکنولوژی و فناوری‌های وابسته به آن باز شده است، می‌تواند نقش بسیار مهمی در توسعه علمی، اقتصادی و اجتماعی کشور ما داشته باشد. ایران، بیوتکنولوژی نوین را با فاصله زمانی اندکی از کشورهای پیشرفته شروع نموده است و دارای سابقه چندین ده ساله در بیوتکنولوژی سنتی است. این ویژگی‌ها، کشور ما را از سایر کشورهای در حال توسعه مجزا می‌کند. تاکنون دستاوردهای خوبی در زمینه‌های بیوتکنولوژی کشاورزی و پزشکی به‌دست آمده است. در حوزه پزشکی، فرآورده‌هایی مانند کیت تشخیص ایدز، کیت تشخیص سل، کیت گروه‌های خونی، پروتئین‌های نوترکیب درمانی مانند GM-CSF، اینترفرون‌ها، هورمون رشد و برخی موارد دیگر یا در سطح صنعتی و یا حداقل در سطح آزمایشگاهی تولید شده‌اند. در حوزه‌های دیگر نیز تلاش‌های ارزشمندی برای تولید و تجاری‌سازی حشره‌کش‌های بیولوژیک، استفاده از فناوری زیستی در حذف آلاینده‌های نفتی و تکثیر گیاهان از طریق کشت بافت، صورت گرفته است. هم‌اکنون تعداد شرکت‌هایی که در کشور در زمینه بیوتکنولوژی فعالیت می‌کنند به سرعت رو به افزایش است و از لحاظ نیروی انسانی متخصص وضع نسبتاً خوبی داریم. لذا با توجه به پتانسیل‌های موجود در کشور، با اندک عنایت مسئولین امر به این

مقوله، می توان فاصله ایجاد شده بین خود و کشورهای پیشرفته را در مدت زمان مناسبی از بین برده و در زمره تولیدکنندگان محصولات نو ترکیب درآییم. از این طریق می توان هم بخش عمده ای از نیازهای داخلی را برآورده ساخت و هم سهمی از بازار پر سود محصولات بیوتکنولوژی را در اختیار گرفت.

در پایان ذکر این نکته ضروری به نظر می رسد که بی شک در جهان امروز یکی از اصلی ترین راه های توسعه کشورهای جهان سوم و فائق آمدن به طیف گسترده مشکلات موجود نظیر رفع فقر، تأمین رفاه، امنیت غذایی و بهداشتی، ایجاد اشتغال و رقابت در بازارهای جهانی، مسلح شدن به فناوری های نوین و بکارگیری آنها در حوزه های مختلف می باشد. لذا همان گونه که تجربیات موفق برخی از کشورهای در حال توسعه نظیر کره، کوبا و هند نشان می دهد، عزم ملی و سرمایه گذاری کلان برای انتقال و استفاده از تکنولوژی های برتر مانند بیوتکنولوژی، که منابع اولیه و خام آن در اغلب کشورهای مذکور به وفور وجود دارد، یکی از راه های نیل به توسعه پایدار و افزایش توان رقابت در بازارهای جهانی و به طبع آن حصول استقلال واقعی در عرصه های مختلف خواهد بود. مسلماً کوچکترین بی توجهی در این عرصه، موجب وارد آمدن زیان های جبران ناپذیر و عقب ماندن از جریان سریع پیشرفت جهانی خواهد شد.

منابع:

۱. خیراندیش، آذرمدخت، گزارش نهایی بررسی وضعیت بیوتکنولوژی در کشورهای مختلف جهان، کمیسیون بیوتکنولوژی، شورای پژوهش های علمی کشور. تابستان ۱۳۸۰.
۲. رهایی، مهدی، گزارشی از وضعیت بیوتکنولوژی در کوبا، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، مهر ۱۳۸۲.
۳. رهایی، مهدی، تجربیاتی از توسعه بیوتکنولوژی در هند، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، آبان ۱۳۸۲.
۴. پیرعلی همدانی، مرتضی، گیلانی، کامبیز، معنوی، سید مجید، بازار بیوتک در هند. دارو و فناوری، شماره ۱۲ ص ۳-۴، مهر ۱۳۸۲.
۵. میر دریکوند، محمد، گزارشی از ابعاد مختلف توسعه بیوتکنولوژی در کره جنوبی، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، مرداد ۱۳۸۱.
۶. ارزنلو، محسن، بیوتکنولوژی پزشکی و نقش آن در رفع مشکلات کشورهای در حال توسعه، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، اردیبهشت ۱۳۸۲.

7. Sunderland A., Cuban Biotech-threat or lesson, San Fran. Chron Ed .215972, 2002
8. Lehmann V., Cuban Agrobiotechnology: Diverse agenda in times of limited food production. Biotechnology and Development Monitor .No. 42 pp18 2, 2000
9. Chaturvedi S., Measuring Developments in Biotechnology: International Initiatives Status in India and Agenda before Developing Countries, Research and Information System for the Non-Aligned and Other Developing Countries (RIS-DP), 2002 .
10. DaSilva E.J., Baydoun E. and Badran A., Biotechnology and the developing world, Electronic Journal of Biotechnology, 5(1): 64 75 2002
11. Penn J.B., Agricultural Biotechnology and the developing world, Economic Perspectives, 8(3), 2003
12. Feddema R., South Korea plans its biotechnology future, Biotech. Develop. Mon., No. 50 pp8- 1, 2003
13. Rhee S., Challenges and Opportunities for Biotechnology Development: the Korean Experiences, Asia. Biotec. Develop. Rev ., pp7 -6, 2003
14. Shin W., Regulation of biotechnology products in Korea, seminar presentation by KFDA, June 25 2002