# زیست‌فناوری و توسعه‌ی منابع طبیعی

اشرف‌الدین سخن‌سنج
استادیار دانشکده‌ی علوم
دانشگاه تهران

**وضع اقلیمی خاص ایران، و تنوع پوشش گیاهی در آن، موضوع مهم و بستر مناسبی برای پژوهش‌های زیست‌فناوری و توسعه‌ی منابع طبیعی است. این پوشش در ابعاد مختلف شامل حفاظت از منابع چوب و جنگل، داروسازی، جلوگیری از آلودگی هوا، تثبیت خاک و حفظ لایه‌ی اوزون برای کشور ما اهمیتی خاص دارد و ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین در راستای توسعه و بهینه‌سازی آن کاملاً محسوس است. در کشورهای در حال توسعه، به‌منظور استفاده‌ی بهینه از منابع طبیعی ویژه‌ی آن کشور سیاست‌هایی اتخاذ شده و سرمایه گذاری‌هایی نیز در بخش‌های خصوصی و دولتی صورت گرفته است. در این مقاله، ضمن معرفی گوشه‌هایی از فعالیت‌های صورت گرفته در ایران و سایر کشورهای مشابه، و نیز ارائه‌ی راهکارهایی برای حل مشکلات موجود در این زمینه، به نمونه‌هایی از آخرین دستاوردهای زیست‌فناوری در عرصه‌ی منابع طبیعی اشاره شده است.**

## مقدمه

ازجمله مباحث عمده در زمینه‌ی منابع طبیعی و بهره‌وری مناسب از آن، بررسی وضعیت پوشش گیاهی و تلاش در جهت گسترش آن است. پوشش گیاهی در زمینه‌های مختلف نظیر صنعت، داروسازی، بهبود شرایط زیست‌محیطی، تثبیت شن‌های روان، تثبیت خاک و حاصلخیزی آن و دامداری و دامپروری دارای اهمیت فراوان است. بسیاری از صنایع نظیر صنایع چوب، کاغذسازی، تانن‌سازی، تولید چسب و خمیرهای مختلف وابسته به مناطق جنگلی و پوشش درختانی نظیر توسکا، راش، افرا و غیره‌اند. در زمینه‌ی استفاده از گیاهان دارویی به عنوان جایگزین داروهای سنتتیک، کوشش‌های وسیعی برای شناسایی گیاهان و مواد مؤثر آنها و نیز راه‌اندازی خط تولید داروهای گیاهی صورت می‌گیرد. امروزه، در کشورهای اروپایی استفاده از گیاهان دارویی بسیار رواج یافته، و به موازات آن فناوری استخراج مواد مؤثر نیز گسترش یافته است. درخصوص بهبود شرایط زیست‌محیطی، ایجاد و گسترش پوشش گیاهی به‌عنوان یک رکن اصلی پالایش محیط زیست مورد توجه مراکز تحقیقاتی و اجرایی قرار گرفته است. این پوشش‌ها به‌عنوان کمربند سبز، برای مواجهه با آلودگی‌های ناشی از دود کارخانجات و صنایع آلاینده‌یی که محیط زندگی انسان را با خطر جدی روبه رو می‌کند، به کار می‌روند.

یکی دیگر از عوامل تهدیدکننده‌ی زندگی انسان در مناطق بیابانی حرکت شن‌های روان است که با استفاده از پوشش گیاهی دارای ساختارهای ریخت‌شناختی خاص، نظیر شکل مخصوص ساقه یا ریشه، می‌توان به‌نوعی شن‌های روان را تثبیت کرد. کمربند حفاظ بسیاری از شهرهای حاشیه‌ی کویر و مناطق بیابانی را پوشش گیاهانی تشکیل می‌دهد که با شرایط محیطی منطقه سازگاری[1] پیدا کرده‌اند.

یکی از عوامل مؤثر در بهره‌وری بالا از خاک در زمینه‌ی کشاورزی، رویش گیاهان در مجاورت کشتزارها یا در تناوب کشت‌های ویژه است که از این طریق اراضی کشاورزی از نظر بازسازی خاک از حیث مواد معدنی تأمین می‌شوند. پوشش گیاهان خودرو و تشکیل مراتع از ارکان دامداری و پرورش دام‌های تأمین‌کننده‌ی مواد غذایی است.

با توجه به اهمیت منابع طبیعی و پوشش گیاهی در ابعاد مختلف تأثیرگذارنده در زندگی انسان، لزوم استفاده از فناوری‌های نوین برای افزایش بهره‌وری محسوس است. در کشور ما، منابع طبیعی از این جنبه دارای اهمیت خاص است. وجود وضع اقلیمی خاص ایران و تنوع پوشش گیاهی در آن (این تنوع برابر کل تنوع موجود در اروپاست)، لزوم بازنگری و بررسی نحوه‌ی استفاده‌ی بهینه از این نعمت خدادادی کاملاً احساس می‌شود.

پیشرفت‌های سریع در زیست‌فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، کشورهای در حال توسعه را بر آن داشته است تا در جهت تدوین برنامه‌های ملی خود در این زمینه اقدام نمایند. تعداد زیادی از این کشورهای در حال سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و زیربنایی برای حمایت از این برنامه‌ها هستند و سیاست‌هایی را با هدف تسهیل توسعه و پیشرفت زیست‌فناوری در بخش‌های خصوصی و دولتی اتخاذ کرده‌اند.

در این زمینه، در کشور هندوستان، در ابعاد مختلفی سرمایه‌گذاری شده است: در بخش تحقیق و توسعه، استفاده از کشت بافت گیاهی در مقیاس نیمه‌صنعتی برای تکثیر درختان جنگلی در دست انجام است. در بخش برنامه‌های تولیدی، کشت بافت گیاهان تولیدکننده‌ی دارو و ادویه ــ نظیر گیاه هل پربار (*Cardamom*) ــ در حال اجراست. همین تحقیقات درخصوص سایر گیاهان بومی نیز صورت می‌گیرد و این لزوم توجه به منابع اصلی کشور را نشان می‌دهد. در بخش تسهیلات ملی، واگذاری این تسهیلات به‌منظور جمع‌آوری نمونه‌های میکروبی، جلبک‌های سبزآبی و نیز راه‌اندازی دروس مختلف در این زمینه صورت می‌گیرد ــ مؤسسه‌ی تحقیقات کشاورزی هند[۲] از نمادهای عمده‌ی سرمایه‌گذاری در این بخش محسوب می‌شود. بخش مجزایی به‌نام «بخش زیست‌فناوری» در وزارت علوم و زیست‌فناوری هند نظارت کلی فعالیت‌های زیست‌فناوری را به عهده دارد.[۱]

فرهنگستان علوم کشاورزی چین[۳]، مرکز پژوهش‌های زیست‌فناوری[۴] را به‌عنوان محور مؤسسات *CAAS* ــ که در زمینه‌ی پژوهش‌های زیست‌فناوری فعال‌اند ــ ایجاد کرده است. فعالیت‌های عمده‌ی کشور چین در زمینه‌ی کشت بافت گیاهی و کشت سلولی گیاهان طبیعی، عمدتاً به‌منظور تولید دارو و صنایع تخمیری صورت می‌گیرد.

در کشور تایلند مرکز ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری[۵] عامل اصلی هماهنگ‌کننده‌ی پروژه‌های تحقیقی و توسعه و فراهم کننده‌ی اعتبارات مورد نیاز، اطلاعات، آموزش، ارتباط با صنعت، و ارتباطات بین‌المللی در زمینه‌ی زیست‌فناوری است و تحقیقات پنج آزمایشگاه وابسته به خود را در دانشگاه‌های مختلف سرپرستی می‌کند. عمده‌ی تحقیقات در زمینه‌ی منابع طبیعی در این مرکز براساس به کارگیری روش‌های به‌نژادی گیاهان بومی و نیز بررسی راه‌های ایجاد مقاومت این گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است.

در کشورهای اندونزی و مالزی، کمیته‌های مشورتی علمی به‌جای آژانس‌های مرکزی دارای بودجه‌ی معین، فعالیت‌های پژوهشی زیست‌فناوری را در مراکز عالی برگزیده هماهنگ می‌کنند.

یکی از مؤسسه‌های فعال در زمینه‌ی زیست‌فناوری منابع طبیعی در کشور مالزی «مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل مالزی»[۶] است که عمده‌ی تحقیقات آن بر پایه‌ی بهینه‌سازی، باززایی و کشت گیاهان جنگلی استوار است.[۱]

علاوه بر کشورهای هند، چین و تایلند ــ که در آنها سازمان‌های هماهنگ‌کننده‌ی ملی عهده‌دار فعالیت‌های زیست‌فناوری منابع طبیعی است ــ و نیز کشورهای اندونزی و مالزی ــ که در آنها مراکز عالی متعدد وجود دارد ــ کشورهایی نظیر فیلیپین و مصر نیز به‌منظور توسعه‌ی توانایی‌های زیست‌فناوری ملی اقدام به ایجاد مؤسسات تحقیقات ملی کرده‌اند. یکی از محورهای عمده در این مؤسسات، تمرکز بر منابع طبیعی است و چنان که در مورد سایر کشورها مشاهده شد، اصول کار بر پایه‌ی گیاهانی است که بومی کشورها هستند و در زیستگاه‌های طبیعی رشد دارند. به‌عبارت دیگر، در کشورهای گوناگون ــ با توجه به وضعیت خاص سیاسی و اقتصادی ــ سیستم‌های مدیریت متفاوت وجود دارد. اما نظام واحد تحقیقات در این کشورها، در زمینه‌ی منابع طبیعی، بهره‌وری مناسب از منابع بومی و سازگارشده با شرایط اقلیمی ویژه‌ی آن کشور است.

در ایران، وزارت جهاد سازندگی فعالیت‌های تحقیقاتی و اجرایی در زمینه‌ی منابع طبیعی را بر عهده دارد، و «مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی» به‌عنوان یک مرکز ملی در حال برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های تحقیقاتی و نیز ایجاد ارتباط با سایر مراکز تحقیقاتی است. پیشینه‌ی تحقیقات در زمینه‌ی منابع طبیعی و زیست‌فناوری و بهینه‌سازی آن چندان زیاد نیست و جا دارد با برنامه‌ریزی صحیح در جهت مناسب به سوی حل مشکلات موجود گام اساسی برداشته شود. راهکارهای پیشنهادی در این زمینه عبارت‌اند از:

۱ـ در کشور ما گیاهان بومی، نظیر جنس‌های درمنه (*Arteinizia*)، گون (*Astragallus*)، علف شور (*Salsola, Chenopodium*)، اسکنبیل (*Calligonum*)، و تیج (*Zygophyllum*)، در مناطق بیابانی و شن‌زارها وجود دارند. این گیاهان طی مراحل سازگاری با محیط زیست خود، شرایط ویژه‌یی به دست آورده‌اند. این ویژگی‌ها، که نشان‌دهنده‌ی مقاومت این گیاهان در برابر شوری و خشکی خاک است، از طریق سازوکارهای متفاوتی اعمال می‌شوند؛ مانند: سازوکارهای فیزیولوژیکی (ایجاد سیستم‌های نقل و انتقال و دفع یون‌های سمی حاصل از شوری خاک)، ریخت‌شناختی (تولید ساختارهای خاص نظیر ضخیم‌شدن کورتیکول، مومی‌شدن و...)، تغییرات نموی (زمان گل‌دهی)، و نیز تغییرات سوخت‌وسازی (انباشتن ترکیبات محافظ اسمزی و یا اسمولیت نظیر پرولین، بتائین،...).[۲] یکی از محورهای اصلی بررسی وضعیت مقاومت ژنتیکی گیاهان، انجام آزمایش‌های مولکولی و شناسایی ژن یا ژن‌هایی است که در ایجاد مقاومت نقش دارند. در نهایت با انجام آزمایش‌هایی به یک خزانه‌ی ژنتیکی در

سطح مولکولی دسترسی پیدا می‌کنیم که با روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان این ژن‌ها را به گیاهان مورد نظر انتقال داد. گیاهی را در نظر بگیریم که در منطقه‌یی که دارای تنش شوری و خشکی خاک است رشد مناسب دارد. علاوه بر خصوصیات فیزیولوژیکی، ریخت‌شناختی، و سوخت‌وسازی در سطح یاخته که قادر است تغییرات اسمزی محیط را به خوبی تحمل کند، ویژگی‌های ریخت‌شناختی در سطح اندام مانند سیستم ریشه‌های فرعی مناسب با آن، قدرت تحمل و ادامه‌ی حیات در این محیط را فراهم کرده است. مثلاً گیاه *Calligonum Persicam* بومی ایران است و در مناطق خشک و شور زندگی می‌کند. این گیاه دارای سیستم ریشه‌یی بسیار جالبی است که در جست و جوی آب تا چندین متر به صورت افقی و عمودی حرکت می‌کند. افزون بر آن در یاخته‌های این گیاه تجمع ترکیبات محافظ اسمزی در زمان خاص، مانع نابودی گیاه می‌شود. با شناسایی ژن‌هایی که به‌طور کلی در ایجاد مقاومت گیاه (*Osmotolerant*) نقش دارند و سپس با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان این ژن‌ها را به گیاهان مطلوب که ویژگی‌هایی نظیر تولید علوفه‌ی مناسب برای تغذیه‌ی دام و غیره دارند انتقال داد و از این طریق باعث رشد و گسترش پوشش گیاهی در مناطق بیابانی کشور شد.

۲ـ یکی از مشکلات عمده‌ی سیستم‌های مرتع‌داری، خوش‌خوراکی یک گیاه در حالی است که به‌دلیل وجود مواد سمی حاصل از سوخت‌وساز ثانویه باعث بروز مسمومیت‌های دامی می‌شود: سمیّت گیاهان جنس‌های *Artemisia*، *Ferula*، *Senecio*، *Euphorbia*، *Astragallus*، *Malva*، *Medicage*، *Lactaea*، *Heliotropium*، *Bromus* در بررسی‌های گوناگون برای دام شناخته شده است.[۳] با بررسی وضعیت ژنتیکی این گیاه چنانچه سم‌زدایی[۷] از طریق روش‌های مهندسی ژنتیک صورت گیرد، در نهایت این صفت به نسل بعد منتقل می‌شود. در فرایند سم‌زدایی آنزیم دخالت کننده در بیوسنتز ترکیب سمی غیر فعال می‌شود. این کار با روش Antisense RNA انجام می‌شود و سپس *m*RNA ایجادشده از طریق نسخه‌برداری DNA خنثی می‌شود، و به‌این ترتیب بروز ژن متوقف می‌شود. همچنین می‌توان با ابراز فراوان ژن‌های مؤثر در اکسایش، تجزیه‌ی ماده یا ترکیب سمی از طریق مولکولی، اقدام به سم‌زدایی کرد.

۳ـ براثر پدیده‌ی فتوسنتز در گیاهان دو دسته ترکیب به وجود می‌آیند: یک دسته در ترکیبات حاصل از سوخت و ساز اولیه وجود دارند و عمدتاً مواد ساده یا پیش‌ماده‌های ترکیبات پیچیده‌ترند. این ترکیبات نسبتاً عمومی هستند، نظیر اسیدهای ۳کربنی یا ۴کربنی. دسته‌ی دوم ترکیباتی هستند که در نتیجه‌ی سوخت و ساز ثانویه به دست می‌آیند و بسته به خانواده، جنس و حتی گونه‌ی گیاهی متفاوت‌اند، نظیر ترکیبات آلکالوئیدی، گلیکوزیدها و غیره. این مواد کاربردهای فراوانی در داروسازی و صنایع گوناگون، مانند مواد رنگی، چسب‌ها، عطریات و غیره دارند. با تنظیم شرایط فیزیولوژیک در محیط خودی رشد گیاهان، مثل تغییر زمان نور، مواد غذایی محیط کشت، رطوبت، pH، هورمون‌های گیاهی از یک طرف، و از طرف دیگر با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک و دست‌ورزی ژن‌ها نظیر تنظیم فعالیت ژن یا تقویت بروز ژن با استفاده از عوامل مولکولی تأثیر گذارنده بر ژن مانند توالی‌های تنظیم کننده، پروموتورها و تشدیدکننده‌ها می‌توان میزان تولید مواد مطلوب را افزایش داده و یا ترکیبات ناخواسته را کاهش داد.

## نتیجه گیری

ایران از نظر تنوع پوشش گیاهی بسیار غنی است و نیز تنوع اقلیمی و وضعیت جغرافیایی ویژه‌ی آن سبب رشد انواع خانواده‌های گیاهی به‌صورت خودرو شده است. این خود بیانگر وجود یک خزانه‌ی عظیم ژنتیکی است که با مطالعه و انجام کارهای تحقیقاتی ــ که زمینه‌های آن بسیار گسترده است ــ می‌توان به دستاوردهای مطلوب رسید. مثال‌هایی که ذکر شد تنها گوشه‌یی از صدها مورد زمینه‌ی تحقیق در کشور است که می‌توان با تشکیل تیم‌های تحقیقاتی و با مدیریت و هماهنگی مناسب در جهت توسعه‌ی منابع طبیعی کوشید و از این رهگذر، به توانمندی اقتصادی و صادرات غیر نفتی کشور افزود.

از آنجا که زیست‌فناوریِ منابعِ طبیعی در سطح بین‌المللی مورد توجه خاص است، به آخرین یافته‌ها در این مورد اشاره‌ی مختصری می‌شود:

۱ـ جداسازی و تخلیص اسپورهای باکتریایی به‌منظور مقابله با لارو پشه‌های آنوفل؛[۴]

۲ـ جداسازی و تخلیص کیتیناز از باکتری‌های چند ریزاندامگان برای مبارزه با قارچ‌ها و کرم‌های لوله‌یی بیماریزای گیاهی؛ کیتیناز ضمن تجزیه‌ی کیتین موجود در دیواره‌ی سلول بیماریزا باعث تجدید چرخه‌ی کربن و نیتروژن در اکوسیستم می‌شود.[۵]

۳ـ تولید گیاهان تراژن که در مقابل حرارت‌های بالا مقاوم‌اند با انتقال ژن‌های *HSF3*، *HSF4* جدا شده از *Arabidopsis* که این ژن‌ها رمزکننده‌ی عامل‌های شوک حرارتی‌اند.[۶]

۴ـ شناسایی و جداسازی ژن‌های کنترل‌کننده‌ی تولید الیاف کتان در گیاه.[۷]

۵ـ استفاده از روش‌های کشت سلول‌های رویشی و جنین‌زایی برای تولید گیاهان درختی.[۸]

۶ـ شناسایی ژن‌های شرکت کننده در مراحل رشد و تکوین گیاهان مثل

ژن‌های *LAVAT* و *CUC2* که تحولی در بررسی اندام‌زایی به وجود آورده است.[۹]

۷ـ شناسایی اسمولیت‌های مختلف و نقش آنها در سیستم ضداکسایش گیاه.[۱۰]

۸ـ شناسایی پروموتورهای جدیدی که در دمای پایین قادر به بروز ژن در غده‌های سیب زمینی هستند. شناسایی این پروموتورها یکی از عوامل مهم در جهت ایجاد گیاهان مقاوم به سرماست.[۱۱]

۹ـ جداکردن ترکیبات مهم در صنایع از گیاهان جنگلی مثل تاکسون‌ها از طریق کشت کالوس و بافت قطعات جداکشت.[۱۲]

۱۰ـ یکی از راه‌های ایجاد مقاومت در برابر شوری، بروز فراوان ژن‌های گلوتاتیون ـ‌اس‌ـ ترانسفراز و گلوتاتیون پراکسیداز است که گیاهان دارای این دو ژن با بروز سریع‌تر از سایر گیاهان تحت فشارهای شوری و سرما رشد می‌کنند.[۱۳]

۱۱ـ تولید کود زیست‌شناختی از سیانوباکتری‌ها که به رشد محصولات مهمی چون برنج کمک می‌کنند. این سیانوباکتری‌ها در بسیاری از دریاچه‌های آب شیرین رشد می‌کنند.[۱۴]

۱۲ـ ایجاد رشد بهتر در گیاهان با استفاده از ژن باکتریایی اسپاراژین سنتتاز که قابلیت بروز در کلروپلاست‌ها یا پلاستیدها را دارد.[۱۵]

۱۳ـ تولید گیاهان تراژن آرابیداپسیس واجد ژن *CPS* که با تولید یک اسیدآمینه‌ی دفاعی واجد تارهای کشنده‌ی بیشتری نسبت به گیاهان دیگر بوده و قادرند در مناطق خشک بروئند.[۱۶]

۱۴ـ ساختار ژنتیکی تهیه شده که دارای ژن‌های جذب و سوخت و ساز نیتروژن است که به یک پروموتور القاپذیر متصل هستند. این پروموتور تحت شرایطی که جذب و استفاده از نیتروژن برای گیاه مفید است، فعال می‌شود. حضور یک عامل شیمیایی مثل نیترات و غیره می‌تواند عامل القای این پروموتور باشد.

## پانوشت‌ها

1. Adaptation
2. Indian Agricultural Research Institute (IARI)
3. Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS)
4. Biotechnology Research Center (BRC)
5. National Research Center for Genetic Engineering and Biotechnology (NRCGEB)
6. Forest Research Institute of Malesia (FRIM)
7. detoxification

## منابع


۱ـ بهبودی، فریدون. **سیستم‌های تحقیق و توسعه‌ی بیوتکنولوژی در کشورهای مختلف جهان**. تهران: دفتر بررسیها و مطالعات علمی ـ صنعتی ریاست جمهوری، ۱۳۷۶.

2. Delauney, A.J., and Verma, D.P.S. "Prolin Biosynthesis and osmoregulation in plants", *Plant J.*, **4**(2), pp. 215-223 (1993).
3. Lynn, F. et al., *The Ecology and Economic Impact of Poisonous Plants on Livestack Production*, Westview Press, London (1988).
4. Azizbekyan et al., *Appl. Environ. Microbiol,* **64**(7), (July 1988).
5. Cohen-Icupiec, R., and Chet I., *Curr. Opinion Biotechnology*, **9**(3), pp. 270-277, (Jun 1998).
6. Schoeffl, F. et al., *MGG,* **258**(3(1)), pp. 269-278 (May 1998).
7. Hassegawa, O. et al., *European Plant Appl.* Ep 834566. Pub. 8 (Apr. 1998).
8. Timmis, R. et al., *Biotechnology Prog.*, **14**(1), pp. 156-155 (Jun-Feb. 1998).
9. McSreen, P., and Hoke, S. *Curr. opinion Biotechnology,* **9**(2), pp. 180-195 (Apr. 1998).
10. Smimoff, N.J., *Curr. Opinion Biotechnol,* **9**(2), pp. 214-216, (Apr. 1998).
11. Mine, T. et al., *European patent Appl.* EP 8126. Pub. 17 (Dec. 1997).
12. Cino, P.N. et al., *US patent*, us 5665576, pvbg., (Sept. 1997).
13. Allen, R.D. et al., *Nature Biotechnology.* **15**(10), pp. 988-991, (Oct. 1977).
14. Banerjee, M. et al., *World J. Microbiology,* **13**(5), pp. 595-596 (Sep. 1977).
15. Donn, G., and Eckes, P., *European Patent*, EP 801134. Pab 15 (Oct. 1997).
16. Wadu, T. et al., *European Pattent Appl*. Ep 803572. Pub 26 (Oct. 1997).
17. Good, A.G. et al, *PCT Patent Appl*. Wo 9730163 Pub. 21 (Aug. 1997).