

گزارش طراحی نقشه راه

زیست فناوری کشاورزی ایران

(فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)

سنداول - مقدمات و تعاریف

کارفرما:

سازمان توسعه زیست فناوری ریاست جمهوری

مشاور:



مرکز توسعه مدیریت

مهر ۱۳۹۴

فهرست مطالب

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول – مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۲۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول – مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

۱-۱- مقدمه ۵

۱-۲- اهداف پروژه ۷

۱-۳- معرفی زیست فناوری ۱۲

۱-۴- تاریخچه زیست فناوری کشاورزی ۱۳

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول – مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۳
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول – مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

خلاصه مدیریتی و تعاریف زیست فناوری کشاورزی

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست‌فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست‌فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۴
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

دستیابی به آرمانهای بلند نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران مستلزم تلاش همه جانبه در تمام ابعاد فرهنگی، علمی، اجتماعی و اقتصادی است. از این رو تدوین و اجرای برنامه‌های پیشرفت در بازه‌های زمانی معین و اختصاص منابع لازم برای تحقق اهداف این برنامه‌ها از لوازم ضروری احراز جایگاهی در شأن ایران اسلامی است. از طرف دیگر مقوله علم و فناوری از مهمترین زیرساختهای پیشرفت کشور و ابزار جدی رقابت در عرصه‌های مختلف است. به این ترتیب تحقق آرمانهای متعالی انقلاب اسلامی ایران مانند احیای تمدن عظیم اسلامی، حضور سازنده، فعال و پیشرو در میان ملتها و کسب آمادگی برای برقراری عدالت و معنویت در جهان در گرو پیشرفتی هم هجانبه در علم است؛ علمی که دارای سه شاخصه عدالت، معنویت و عقلانیت است. در پرتو چنین علمی است که جامعه بشری آمادگی تحقق حکومت جهانی انسان کامل را یافته و در سایه چنین حکومتی ظرفیت و استعدادهای بشر به شکوفایی و کمال خواهد رسید.

تحقق این هدف نیازمند ترسیم نقشه راهی است که در آن نحوه طی مسیر، منابع و امکانات لازم، تقسیم کار در سطح ملی و الزامات در این مسیر به طور شفاف و دقیق مشخص شده باشد. از اینرو لازم است چشم انداز و راهبردهای علم و فناوری در سطوح کلان و عملیاتی تر مانند برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور، تدوین شود. در ترسیم این نقشه کوشش شده، تا با الهام‌گیری از اسناد بالادستی و بهره‌گیری از ارزشهای بنیادین آنها و توجه به اهداف راهبردی نظام جمهوری اسلامی ایران، چشم‌انداز علم و فناوری در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی تبیین شود.^۱

^۱ نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۹

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۲۵
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

۱-۱- مقدمه

پروژه «تدوین نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران» مطابق قراردادی با ستاد توسعه زیست فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به «مرکز توسعه مدیریت فدایی منش» سپرده شد.

در این پروژه، ستاد توسعه زیست فناوری به عنوان کارفرما در تسهیل و بهبود کیفیت اجرا همکاری خواهند نمود. نقشه راه زیست فناوری کشاورزی در مدت زمان تعیین شده، با همکاری تیم های کارشناسی مرکز و همراهی متخصصان و اساتید رشته زیست فناوری کشور به انجام خواهد رسید.

متخصصان و کارشناسان مرکز که در این پروژه همکاری دارند:

- محمد تاج بخش: کارشناسی ارشد علوم دامی
- مصطفی صادقی: کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی
- ندا پیش بین: دکترای بیوتکنولوژی - کشاورزی
- اکرم حشمتی: کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی - کشاورزی
- فرزانه رحمتی: کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی - میکروبی
- الهام طاهری: کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی
- پریسا آقاجانی: کارشناسی شیمی
- فرید قلیچ خانی: کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی - میکروبی
- الهه آسیایی: کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی - میکروبی
- محدثه صمدی: کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی - میکروبی
- زهرا سعادت صفا: کارشناسی ارشد علوم زیستی - سیستماتیک گیاهی
- زهرا بهرامی: کارشناسی ارشد مهندسی شیمی بیوتکنولوژی
- شهرزاد بداغی: کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی - کشاورزی
- حدیث مظاهری: کارشناسی ارشد مهندسی صنایع
- سمیه جعفری: کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۲۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

در اینجا لازم است از آقای دکتر مرادی مدیر گروه نظارت و ارزیابی ستاد توسعه زیست فناوری و همکاری های سرکار خانم حبیب پور، جناب آقایان دکتر ملبوبی، دکتر لطفی، دکتر قره یاضی، دکتر عرفان منش، دکتر مرتضوی، دکتر آزادی، دکتر زمانی زاده، دکتر امیدی و سرکار خانم دکتر نیک آیین سپاسگزاری شود.

همچنین از همکاری سازمان ها و نهادهای دولتی از جمله پژوهشگاه مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، پژوهشگاه زیست فناوری کشاورزی، مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، مؤسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، مرکز همکاری های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری و سایر سازمان هایی که در اجرای این پروژه با ما همکاری کردند، تشکر و قدردانی می گردد.

ساختار کلی فازهای اجرایی پروژه عبارتند از:

فاز ۱- مطالعه و شناخت وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان

الف) مطالعات نظری (داخلی) زیست فناوری کشاورزی در ایران

ب) مطالعات نظری (خارجی) زیست فناوری کشاورزی در جهان

فاز ۲- تهیه نقشه راه فناورانه محصولات و فناوری های نوظهور در زیست فناوری کشاورزی

الف) طراحی نقشه کاربردهای (Applications) محصولات

ب) تهیه فهرست خصوصیات (Features) محصولات در هر کاربرد

ج) تهیه نقشه فناورانه برای محصولات (Products)

فاز ۳- تهیه برنامه ملی توسعه فناوری ها و محصولات زیستی در حوزه کشاورزی

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۲۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

۱-۲- اهداف پروژه

تدوین نقشه راه برای به کار گیری علمی زیست فناوری در حوزه کشاورزی به منظور دستیابی به توسعه پایدار و تأمین نیازهای داخلی و کاهش واردات محصولات غذایی و دارویی و پیشروی در جهت صادرات و تصاحب سهم ۳٪ از بازارهای جهانی می باشد. برای تحقق این آرمان و رسیدن به سهم ۳٪ از بازارهای جهانی ابتدا باید اولویت های تحقیقاتی را مشخص کرد. برای تعیین اینکه چه تحقیقاتی باید صورت بگیرد و سمت و سوی آن چه باشد و هر یک از بخش ها و مراکز ذیربط و مسئول در هر منطقه چه باید بکنند، تدوین نقشه راه امری لازم و ضروری است. با استعانت از حق تعالی و به همت مسئولین و تلاش محققین، این نقشه راه در حال تدوین است تا صورت ترکیبی مناسبی را ایجاد کرده و به همپوشانی با اولویت های ذکر شده در سند زیست فناوری کشور کمک کند.

رشد جمعیت، کمبود غذایی، سوء تغذیه، خشکسالی و سرمازدگی، آثار سوء زیست محیطی بر اثر مصرف بی رویه نهاده های کشاورزی، از موضوعاتی است که متخصصین را در پرداختن به حوزه های مختلف کشاورزی و زیست فناوریانه مشغول ساخته است. با توجه به روند روز افزون جمعیت، دو راه جهت افزایش عملکرد در بخش کشاورزی توصیه می شود: راه اول توسعه اراضی قابل کشت در جهان و راه دوم افزایش عملکرد در واحد سطح. امکان افزایش اراضی قابل کشت در کشور حتی با تخریب جنگل ها و بیابان زدایی به زیر ۵٪ می رسد. در نتیجه یکی از راه های افزایش عملکرد در بخش کشاورزی به کارگیری زیست فناوری است. تحولات گسترده علمی و نتایج حاصله در زیست فناوری گیاهی و مهندسی ژنتیک، نوید دهنده امید تازه ای در تأمین غذای حدود ده میلیارد نفر در چهل سال آینده است. پیگیری نتایج آزمایشات در حوزه های مختلف کشاورزی و دامپروری در کشورمان نیز در سال های اخیر منجر به شکل گیری مؤسسات تحقیقاتی در حوزه های مهندسی ژنتیک و فناوری زیستی شده است که با تولید محصولات دارای افزایش عملکرد در واحد سطح این امر را ممکن کرده اند. کشت سلول های بنیادی، بافت ها، اندام های گیاهی و غیره، تلاش برای تولید محصولات تراریخت را افزایش داده است. زیست فناوری ضمن کاهش هزینه تولید می تواند میزان آن را افزایش داده و تأمین نیاز غذایی بشر را تضمین نماید. کاهش استفاده از منابع تجدید ناپذیر، بهینه سازی مدیریت و استفاده از منابع زمینی، تولید محصولات سالم بدون استفاده از ترکیبات شیمیایی، پرورش دام های اهلی، سالم بدون استفاده از آنتی بیوتیک ها و هورمون ها، افزایش و حفاظت از حاصلخیزی خاک و کنترل زیستی آفات، از روش هایی است که کشاورزی پایدار را ضمانت می کند.^۱ توسعه پایدار در مفهوم گسترده خود عبارت است از اداره و بهره برداری صحیح و کارای منابع پایه، منابع طبیعی، منابع مالی و نیروی انسانی برای نیل به الگوی مصرف مطلوب، همراه با به کارگیری امکانات فنی، ساختار و تشکیلات مناسب

^۱ اورنگ استقامت و رضا تقی زاده، ۱۳۸۷، اهمیت زیست فناوری و نقش آن در زمینه های مختلف کشاورزی پایدار، اولین همایش ملی مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار در ایران، اهواز، مؤسسه عالی علمی و پژوهشی سیمای دانش

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۸
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

برای رفع نیاز نسل‌های امروز و آینده به‌طور مستمر و قابل رضایت. براساس این تعریف، فناوری کلیدی مهم برای بهره‌وری بیشتر و بهینه از منابع محدود طبیعی است که به توسعه پایدار در تمام ابعاد منجر می‌گردد.

لذا برآیند توانایی و ظرفیت‌های یک کشور برای انتخاب، تشخیص و انطباق یک فناوری بی‌خطر و مناسب برای محیط‌زیست، می‌تواند معیاری برای خودکفایی پایدار و در نهایت نیل به توسعه پایدار جهانی باشد. امروزه زیست‌فناوری یکی از ابزارهای نیرومند فناوریانه محسوب می‌شود که خود به‌دلیل ظرفیت، توان بالقوه و قابل توجه‌اش، اثرات شگرفی بر جامعه از حیث اقتصادی، علمی و اجتماعی گذارده است. زیست‌فناوری نه تنها می‌تواند در افزایش سطح قابلیت‌ها و توانمندی‌های بخش‌های مختلف جامعه مؤثر باشد، بلکه حتی می‌تواند منجر به بهبود مناسب روش‌ها و فرآیندهای متنوع تولیدی و خدماتی در زیر بخش‌هایی چون کشاورزی و پزشکی شود.

هدف و انگیزه اغلب کشورهای در حال توسعه از به‌کارگیری زیست‌فناوری این است که بتوانند آن را در خدمت توسعه و بهبود وضعیت صنایع کشاورزی، دارویی و غذایی درآورند. علاوه بر آن مواد خام و کم‌ارزش را به فرآورده‌هایی با ارزش افزوده بالا تبدیل و یا زمین‌های بایر و کم حاصل را حاصلخیز و غنی کنند. با فراگیر شدن کاربردهای زیست‌فناوری در حوزه‌های کشاورزی، صنعت و محیط‌زیست، اثرات و جنبه‌های اقتصادی زیست‌فناوری نیز فراگیر شده و با توجه به روند یکپارچه شدن مسائل اقتصادی جهانی، این اثرات افزایش بیشتری خواهد یافت. از جمله موارد استفاده زیست‌فناوری در صنعت می‌توان به روند شیرین‌سازی شکر، تولید ویتامین‌های آلی و آمینواسیدها، تولید سوخت متان از فرآورده‌های پسماند و توسعه سوخت هیدروژن اشاره کرد. جایگاه زیست‌فناوری در محیط‌زیست به قدری حائز اهمیت گردیده است که شاخه جدیدی از زیست‌فناوری به نام «Bioremediation» به‌وجود آمده است، که عبارت است از علم استفاده از موجودات زنده مانند باکتری‌ها و زیست‌سازواره‌ها در پاکسازی آلودگی‌های محیطی. زیست‌فناوری در حوزه محیط‌زیست می‌تواند در یافتن نژادهای مؤثر برای تصفیه بهتر فاضلاب، خاک‌های آلوده و بقایای نفتی کمک کند. زیست‌فناوری در کاهش اثرات مخرب کشاورزی بر محیط، حفظ خاک و استفاده بهینه از منابع کشاورزی گام برداشته است. زیست‌فناوری گیاهان زراعی نیز منجر به افزایش کمی و کیفی گیاهان زراعی گشته است. از این دانش در توسعه ارقام جدید گیاهی با فواید بسیار زیادتر نسبت به ارقام قدیمی استفاده می‌شود. ولی مهندسی ژنتیک قادر است این فرآیند را تسریع و دقت آن را افزایش دهد. درک کارایی گیاهان تراریخت از سوی کشاورزان به‌حدی بوده است سطح زیر کشت آن‌ها از سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ به سرعت افزایش یافت، به طوری که سطح زیر کشت محصولات تراریخت در کشور های توسعه یافته و صنعتی از ۱/۷ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۱۸۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۴ رسید.^۱ زیست‌فناوری به‌عنوان عظیم‌ترین منبع تکنولوژی بشر در قرن فعلی مطرح بوده و آن را انقلاب سبز نوینی بر علیه فقر و گرسنگی نامیده‌اند.

^۱ Jelle Bruinsma, Food and Agriculture Organization (FAO), 2014

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۹
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

حامیان زیست فناوری، معتقد هستند چنانچه روند فعلی رشد جمعیت ادامه یابد، به یقین نسل های آینده بشر با کمبود مواد غذایی و فقر، روبه رو خواهند شد. بنابراین بایستی روش های مهندسی ژنتیک و اصلاح گیاهان زراعی پربازده در دستور کار کشورها قرار گیرد. زیست فناوری گیاهی می تواند، گونه هایی جدید از محصولات را، حتی در خاک های نامرغوب و نامساعد پرورش دهد. همچنین تولید بذرهای تراریخت مقاوم به ویروس و آفات گیاهی می تواند، کاربرد سموم و مواد شیمیایی را محدود ساخته و بازدهی محصولات را افزایش دهد.

به کارگیری زیست فناوری نوین در کشاورزی منجر به تولید فرآورده های با سلامت و کیفیت بهتر، ارزش افزوده بیشتر و کاهش هزینه تولید می گردد. به همین دلیل، امروزه فعالیت های گسترده ای در بخش زیست فناوری برای تبدیل تحقیقات پایه ای به کاربردی و توسعه (تجاری) در حال انجام است.

به کارگیری روش ها و فنون زیست فناوری در کشت سلول و بافت گیاهان به ویژه گیاهانی که از جنبه اقتصادی و غذایی اهمیت فوق العاده ای دارند، بسیار ارزشمند است. چرا که در مقایسه با شیوه های کشت و تکثیر معمولی با این روش می توان با هزینه ای بسیار کمتر و سرعت عمل بیشتری به دودمان های خالص سلولی و انتخاب سالم ترین بافت گیاه با بازده کمی و کیفی چشمگیری نائل شد. با به کارگیری زیست فناوری می توان گیاهی را تولید کرد که به عواملی همچون سرما، گرما، رطوبت، خشکی، املاح، حشرات، آفات ویروس ها و سایر عوامل بیماری مقاوم باشند و علاوه بر آن در مقایسه با موجود طبیعی، مجهز به مکانیسم های دفاعی اضافی باشند. این عوامل قرن ها است که کشاورزان را آزار داده و لطمات بی شمار اقتصادی و زیست محیطی به دلیل کاهش محصول و استفاده از سموم شیمیایی وارد کرده است. زیست فناوری کاربردهای امیدوارکننده بسیاری دارد، اما نه یک راه حل عمومی برای روش های موجود است، بلکه یک روش کمکی و گاهی جایگزینی برای حل مشکلات کشاورزی است. نمونه های فراوانی از کاربردهای زیست فناوری در کشاورزی امروز وجود دارد که برخی از نمونه ها در ذیل اشاره می گردد:

- توسعه ظرفیت تثبیت نیتروژن در گیاهان غیرلگومینوز (مهندسان ژنتیک در حال کار کردن بر روی انتقال ژن نیف (nif) در گیاهان غیرلگومینوز به وسیله استفاده از ناقل *E.Coli* هستند).
- مراقبت از گیاهان در مقابل بیماری های گیاهی (گیاهانی مثل پایه نیشکر که از کشت بافت مرستمی به دست می آیند، مقاومت بالایی نسبت به بیماری ها دارند).
- توسعه گونه های جدید توسط پروسه کلون سازی
- تولید ترکیبات مؤثر و مهم گیاهی از راه کشت انبوه سلولی
- مطالعه فرآیندهای رشد و نمو و تمایز آن
- مقاومت به تنش های زنده (حشرات، ویروس ها و بیماری های قارچی و باکتریایی)

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول – مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول – مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

- مقاومت به تنش های غیرزنده
- مقاومت به علف کش ها
- تولید گیاهان تراریخت برای بهبود کیفیت (کیفیت انباری)
- تولید گیاهان تراریخت به عنوان بیورآکتورها (برای تولید ارزان مواد شیمیایی و دارویی که این پدیده به زراعت مولکولی یا Molecular Farming معروف می باشد).
- کنترل و دفع آفات گیاهی و تهیه انواع کودهای زیستی و حشره کش های میکروبی
- اصلاح ژنتیک بذر و دانه های روغنی
- کاهش اثرات مخرب کشاورزی بر محیط خاک
- غنی سازی خاک و حاصلخیز کردن آن با استفاده از زیست سازواره ها، تحت عنوان کود زیستی
- تولید انواع داروهای پروتئینی نو ترکیب از گیاهان
- تولید زیست مهارگرها که به تنهایی یا تلفیق با سموم، در کنترل آفات و بیماری ها کاربرد دارند.
- تلقیح مصنوعی دام ها و بهره گیری از صفات برتر ژنتیکی در روش های انتقال جنین
- کاربرد در صنایع غذایی تبدیلی و کاهش هزینه های تولید مواد غذایی
- تهیه و تولید واکسن های مفید و جدید برای پیشگیری از عفونت های مرگ آور در دام ها و طیور و آبزیان
- تولید کیت های تشخیص بیماری های گیاهی و دامی
- تولید متابولیت های ثانویه گیاهی
- تولید مکمل های خوراک دام، طیور و آبزیان

کشور ایران با وجود برخورداری از حدود ۱٪ از مساحت و جمعیت جهان، دارای دانشمندان و محققان با همت، شایسته و دلسوز، بایستی از رتبه شایسته ای در این حوزه از فناوری برخوردار باشد. زیست فناوری نوین به عنوان عرصه ای از فناوری متکی بر بهره گیری از منابع طبیعی به خصوص در دو مقوله مهم سلامت و امنیت غذایی است. زیست فناوری در دهه ۱۹۶۰ با فراگیری فنون مهندسی ژنتیک آغاز شد.

جمهوری اسلامی ایران به ویژه در بخش سلامت از زیست فناوری نوین بهره برده است. مثال هایی از آن دستیابی به توان تولید ۲۴ داروی نو ترکیب انسانی، استفاده درمانی از سلول های بنیادی، تشخیص مولکولی بیماری های ژنتیکی و عفونی در انسان، تولید حیوانات شبیه سازی شده، از جمله بزه های تراریخت (تغییر ژنتیک یافته) تولید کننده داروهای نو ترکیب

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۱
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

در شیر آنها بوده است. در عرصه کشاورزی، تولید میلیون ها نشاء و نهال حاصل از کشت بافت، تولید ده ها کود و آفت کش زیستی در زمره محصولات با ارزش از نظر اقتصادی، زیست محیطی و سلامت در حوزه زیست فناوری کشاورزی است. زیست فناوری کشاورزی در مسیر خود از شروع تحقیقات و پژوهش تا تولید مزرعه ای محصولات تجاری با موانع متعددی از جمله محدودیت های علمی و فناورانه تا مشکلات قانونی و مدیریتی، عوامل اقتصادی و نگرانی های اجتماعی روبه رو است. فرضیه محافظه کارانه قوانین در اکثر کشورها این است که تمام گیاهان تراریخت بایستی از نظر مخاطرات ایمنی زیستی (زراعی و زیست محیطی) بررسی شوند.

اکنون عکس العمل مصرف کننده به محصولات گیاهی تراریخت با آزادسازی تجاری واریته های پیشرفته در سطح تجاری سنجیده شده است. این آزادسازی با افزایش انتشار اطلاعات در مورد گیاهان تراریخت به شکل قابل دسترس برای عموم، همزمان گردیده است. با این حال همچنان که محدودیت های تکنیکی برداشته می شوند، این احتمال وجود دارد که محدودیت های تجاری به اصلی ترین موانع تبدیل گردند. تکنولوژی های جدید که در این عرصه خلق می گردند، کاملاً اختراعی بوده و واجد شرایط احراز و ملاحظه حقوق مالکیت فکری می باشند.

با توجه به اهمیت این علم در تأمین نیاز غذایی و سلامت بشر، به کار گیری و توسعه آن در کشور، امری ضروری به نظر می رسد. لزوم تجاری شدن محصولات این حوزه از فناوری در کشور، از نظر مسئولین و دست اندر کاران امر دور نمانده و تلاش های بسیاری در این زمینه توسط دانشمندان و محققین کشورمان صورت پذیرفته است. در این راستا ستاد توسعه زیست فناوری کشور که با مصوبه شورای عالی انقلاب فرهنگی تشکیل شده است، همزمان با تشکیل، سندی را ابلاغ نمود که به موجب آن جایگاه اقتصادی زیست فناوری را روشن کرده و اعلام داشته تا سال ۱۴۰۴ باید ۳ درصد بازار محصولات زیست فناوری دنیا متعلق به جمهوری اسلامی ایران باشد. ضمن اینکه تمام اهداف خرد و کلان، فعالیت ها، برنامه ریزی ها و تصمیم گیری های زیست فناوری باید در قالب این سند انجام گیرد.

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۱۱۲ از ۲۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

۱-۳- معرفی زیست فناوری

زیست فناوری به عنوان یکی از چند فناوری مهم قرن بیست و یکم به شمار می رود و یکی از هفت صنعت کلیدی و اولویت دار است که سرنوشت اقتصادی و اجتماعی جوامع را در جهان رقم می زند. از دهه ۱۹۸۰ میلادی (۱۳۶۰ خورشیدی) در بسیاری از کشورها، زیست فناوری به عنوان علمی با ظرفیت سودآوری بالا شناخته شد. پیشرفت های زیست فناوری در جهان، به ویژه در دو دهه اخیر تجلی خاصی داشته است. تولیدات و خدمات زیست فناوری موجب دگرگونی در ایجاد امنیت سلامت و امنیت غذایی و همچنین در بسیاری از جنبه های علمی- فناوری، اجتماعی، اقتصادی و... در کشورها شده است. بازار جهانی محصولات زیست فناوری، نشان دهنده اهمیت و نقش آفرینی اقتصادی این فناوری است. بنابراین سرمایه گذاری در زمینه زیست فناوری در کشورهای در حال توسعه، که اهمیت این فناوری برتر قرن را دریافته اند، همانند کشورهای پیشرفته مورد توجه قرار گرفته است. هزاران سال پیش، تمدن ها از مخمر در تولید نان، آب جو و شراب، و از باکتری ها برای استخراج مواد معدنی از سنگ های معدن استفاده می کردند. در پانصد سال گذشته، انسان ها برای ارتقای سطح کیفی و کمی محصولات خود به شیوه گرینشی، به پرورش گونه ها پرداخته اند .

زیست فناوری در تعریف ساده تر، به هر کاربرد فناورانه گفته می شود که برای تولید یا اصلاح محصولات یا فرایندها، با هدف معینی، از موجودات زنده و اجزای آنها، فرایندهای زیستی یا مشتقات آنها، صورت می گیرد .

زیست فناوری مجموعه ای از روش هاست که برای تولید، تغییر و اصلاح فراورده های گیاهی، جانوری و میکروبی از ریزسازواره های زنده استفاده می کند .

بر اساس تعریف سازمان توسعه و همکاری های اقتصادی OECD، زیست فناوری به کار بردن روش های علمی و فنی در تبدیل برخی مواد است که در این روش از عوامل زیستی برای تولید کالا و خدمات استفاده می شود.

زیست فناوری یک علم پایه نیست که بتوان محدوده و قلمرو برای آن تعریف کرد. این علم شامل حوزه ای مشترک از علوم مختلف است که در اثر تلاقی این علوم با یکدیگر به وجود آمده است. زیست فناوری را می توان ترکیبی از علومی مانند زیست شناسی، ژنتیک، میکروبیولوژی، بیوشیمی، ایمونولوژی، شیمی، گیاه شناسی، جانور شناسی، داروسازی، دام پزشکی و تشکیل می دهد.

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول – مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۱۳
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول – مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

۱-۴- تاریخچه زیست فناوری کشاورزی

در قرن گذشته تکنولوژی زیستی به سرعت پیشرفت کرده است تا محصولات کشاورزی متنوع و با عملکرد بالا را فراهم آورده و از این طریق غذای مورد نیاز جمعیت در حال افزایش را تأمین کند. پیشرفت هایی که به افزایش محصولات منجر شده است، نقطه اوج فرایندی است که با طلوع کشاورزی در ده هزار سال قبل، آغاز شد و به انقلاب سبز در ۵۰ سال پیش انجامید که به واسطه آن به تدریج به جای کشاورزان سنتی که محصولات متنوعی برای مصرف محلی تولید می کنند، شرکت های چند ملیتی در زمینه تک کشتی صنعتی برای بازارهای جهانی ایجاد شده اند و محصولات تولید محلی با گذشت زمان در حال محو شدن است.^۱

کشاورزان از حدود ۱۰۰۰۰ سال قبل، از طریق گزینش و پرورش خصوصیات مطلوب، به بهبود نسل گیاهان و حیوانات وحشی پرداخته اند، که این فرایند در نهایت منجر به اهلی شدن تعداد زیادی از گیاهان و حیوانات شد. در قرن بیست و یکم، کشاورزی و پرورش دام پیچیده تر شد، چرا که در این دوره محصولاتی که پرورش دهندگان انتخاب می کنند باید دارای خصوصیتی از قبیل مقدار محصول بیشتر، مقاومت در برابر بیماری و آفات، مقاومت در برابر خشکسالی و کمبود آب و بهره مندی از طعم بیشتر باشند.^۲

اصلاح سنتی گیاهان محدودیت های خود را دارد، از جمله می توان بیان کرد که این روش به طرز قابل ملاحظه ای سرعت پایینی دارد، به طوری که دهه ها طول می کشد تا گونه گیاهی خالصی که خصوصیات مطلوب به آن انتقال داده شده است، تولید شود. مهندسی ژنتیک با جداسازی ژن حامل خصوصیت دلخواه از موجود مبدأ و وارد کردن مستقیم آن به DNA ژنومی گیاه هدف، کمک می کند تا این فرایند سریع تر و دقیق تر انجام شود.

مهندسی ژنتیک برای شکستن مرزهای طبیعی موجود در بین گونه ها به کار می رود. برای مثال در طبیعت، ماهی و توت فرنگی نمی توانند تلقیح انجام دهند، اما دانشمندان می توانند با استفاده از مهندسی ژنتیک، ژنی را از ماهی گرفته و به توت فرنگی بدهند و به این ترتیب محصول جدیدی تولید کنند. مهندسی ژنتیک می تواند در حیوانات، گیاهان و حتی انسان ها انجام شود.^۳

^۱ Salmon, D. et al. 2013. Agricultural Biotechnology Annual

^۲ PBS & ABSPII are supported by the United States Agency for International Development, 2004

^۳ National academy of sciences, 2010

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۱۱۴ از ۲۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

واژه زیست فناوری نخستین بار در سال ۱۹۱۹ توسط Karl Ereky به مفهوم کاربرد علوم زیستی و اثر متقابل آنها در فناوری های ساخت بشر به کار برده شد. به طور کلی هر گونه فعالیت هوشمندانه بشر در خلق، بهبود و عرضه محصولات گوناگون با استفاده از موجودات زنده و اجزای آنها، مخصوصاً از طریق دست ورزی ژنتیکی آنها در سطح مولکولی، در حیطه مهم ترین، پاک ترین و اقتصادی ترین فناوری قرن حاضر، یعنی زیست فناوری، قرار می گیرد.^۱

امروزه، زیست فناوری گیاهی شامل سه حیطه اصلی است: زیست فناوری سنتی، زیست فناوری علمی و زیست فناوری جدید یا مدرن. این اقدامات به ارتقای کیفیت و کمیت محصولات انجامیده است، چرا که این محصولات در برابر بیماری، آفات، خشکی و شوری مقاوم هستند.^۲

منظور از زیست فناوری علمی یا Scientific Biotechnology، استفاده از دانش ژنتیک برای اصلاح نباتات، کشت بافت، روش های مبتنی بر نشانگرهای مولکولی و کیت های تشخیص مولکولی، داروهای نوین زیستی و به ویژه داروها، واکسن و متابولیت های نو ترکیب و روش های میکروبیولوژی می باشد، که از حدود یک قرن پیش آغاز شده و همچنان در حال تحول و تحول آفرینی است. در این دوره استفاده آگاهانه از تکنیک های تخمیر و کشت زیست سازواره ها در محیط های مناسب و دیگر فرایندهای زیست فناوری، تحت عنوان میکروبیولوژی صنعتی شکل گرفت و نشانگرهای بسیار متنوعی برای استفاده در اصلاح نباتات و مطالعات فیلوژنتیک ارائه شد.^۳

زیست فناوری نوین یا Modern Biotechnology که از دهه ۱۹۸۰ آغاز شده و تا کنون ادامه دارد، دارای تعریفی حقوقی در متون بین المللی نظیر پروتکل ایمنی - زیستی و کارتاها است که مجلس شورای اسلامی نیز آن را به تصویب رسانده است.

به طور کلی زیست فناوری را علم استفاده از موجودات زنده یا عوامل زیستی (زیست سازواره ها، یاخته های گیاهی، جانوری، آنزیم ها و ...) و اجزا و فرآیندهای آنها برای تولید کالا و خدمات در کشاورزی، صنایع غذایی، دارویی، پزشکی، و سایر صنایع معرفی کرد. اما آنچه امروزه ما به عنوان زیست فناوری مدرن از آن یاد می کنیم استفاده از فناوری DNA نو ترکیب در تولید انواع زیست سازواره ها یا گیاهان با صفات بهتر نسبت به ارقام زراعی معمول می باشد.^۴

محصول مهندسی ژنتیک «تراریخت» خوانده می شود که معادل واژه Transformed در زبان انگلیسی است. موجودات تراریخت و یا «مهندسی ژنتیک شده» که معادل Genetically Modified Organisms (GMO) یا Living Modified Organisms (LMO) است، به موجوداتی اطلاق می شود که دی.ان.ای آن ها با استفاده از روش های درون شیشه ای تغییر

^۱ ارزیابی و تحلیل وضعیت زیست فناوری در ایران، تولایی، قره یاضی

^۲ A National Biotechnology Development Policy, 2006

^۳ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

^۴ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۱۵
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

یافته باشد، یعنی دی.ان.ای (اسیدنوکلئیک) پس از ایجاد تغییر در خارج از سلول آن موجود، به درون سلول‌های آن منتقل شده باشد به نحوی که بتواند جزو دی.ان.ای موجود شود. این تکنولوژی معمولاً «زیست فناوری مدرن» یا «تکنولوژی ژن» و گاهی نیز «تکنولوژی DNA نو ترکیب» یا «مهندسی ژنتیک» نامیده می‌شود. این تکنولوژی به ژن‌های منتخب اجازه می‌دهد تا از موجودی به موجود دیگر و هم چنین به گونه‌های دیگر انتقال یابند. به مواد غذایی تولید شده به کمک موجودات اصلاح ژنتیکی شده، اغلب مواد غذایی تراریخت گفته می‌شوند.^۱

اتحادیه زیست فناوری اروپا از اواخر سال ۱۹۷۰ در مورد تعریف عمومی زیست فناوری به توافق رسید که طبق آن فناوری زیستی به پنج بخش تقسیم می‌شود:

- سبز: فناوری زیستی در کشاورزی شامل تغییرات وراثتی گیاه و زیست‌سازواره ها
 - قرمز: فناوری زیستی پزشکی و داروسازی
 - آبی: فناوری زیستی شامل تهیه مواد جانبی فراورده های غذایی گرفته شده از دریا
 - سفید: شامل فناوری زیستی صنعتی
 - خاکستری: شامل فناوری زیستی در بخش زباله زدایی، تصفیه آب و رفع آلودگی خاک
- در راستای این مبحث، سند چشم‌انداز بیست ساله نظام جمهوری اسلامی در سال ۱۴۰۴ بررسی رشد که در آن هدف، برخورداری از سلامت با کیفیت زندگی مطلوب و بهره‌مندی از محیط زیست سالم می‌باشد. معرفی فناوری‌های زیستی و محصولات و خدمات حاصل نشان می‌دهد که در ایران نیز همانند جهان، زیست فناوری در حوزه‌های پزشکی، صنعت و کشاورزی بیشترین پیشرفت را داشته است. بنابراین این مطالعه به سه حوزه مزبور محدود شده است.^۲

• زیست فناوری پزشکی

داروهای نو ترکیب به معنی تولید دارو با استفاده از موجودات زنده یا ترکیبات فعال آنها می‌باشد. نمونه داروهای زیست فناوری شامل پروتئین نو ترکیب، مونوکلونال، آنتی بادی ها، واکسن ها و محصولات خونی/پلاسمایی است. این داروها در حال حاضر جهت درمان بسیاری از بیماری ها از جمله سرطان، بیماری های عفونی ویروسی، دیابت‌ها، هپاتیت‌ها و ام اس به کار می‌روند. داروهای زیست فناوری از درجه بالای اهمیت برخوردارند و این امر به واسطه کاربردها در بیماری های پیشرفته یا نجات فرد است و لذا داروهای زیست فناوری نسبت به داروهای سنتزی تقریباً دو برابر از نظر زمانی عرضه می‌شوند.^۳

از اهداف اصلی زیست فناوری پزشکی و دارویی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

^۱ Frequently asked questions on genetically modified foods, World Health Organization, 2014

^۲ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

^۳ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۶
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

الف) تشخیص مولکولی و زودرس بیماری های ژنتیکی

ب) تشخیص مولکولی بیماری های عفونی

ج) داروها و واکسن های نو ترکیب

د) ژن درمانی

ه) سلول های بنیادی^۱

محصولات دارویی زیست فناوری طی بیست سال گذشته افزایش قابل توجهی داشته و پیش بینی می شود که این روند از نظر حجم و اهمیت در سال های جاری روند صعودی را بپیماید.^۲

• زیست فناوری صنعتی

این حوزه از زیست فناوری نیز تحت عنوان زیست فناوری صنعتی معرفی می شود و نه تنها بخشی از حوزه های تخصصی مربوط به صنایع شیمیایی، نفت، معدن، چوب، کاغذ و غیره را در بر می گیرد، بلکه تولیدات سایر حوزه ها مانند پزشکی و کشاورزی در مقیاس صنعتی را نیز شامل می شود. به عبارت دیگر، در هر حوزه که محصولات زیستی در حجم بالا و با استفاده از روش های صنعتی فناوری زیستی تولید می شوند، ردپایی از زیست فناوری صنعتی وجود دارد. برای مثال، تولید آنتی بیوتیک ها با استفاده از سویه های میکروبی مهندسی شده در فرمانتورهای بزرگ، نه تنها به زیست فناوری پزشکی بلکه به زیست فناوری صنعتی مرتبط است. از این رو، زیست فناوری صنعتی از جایگاه ویژه ای در میان سایر حوزه های فناوری زیستی برخوردار است.

گرچه سابقه استفاده از فرآیندهای تخمیری در صنایع گوناگون به سال های بسیار دور باز می گردد، اما تولید آنزیم ها و هورمون های دارویی با روش های زیستی را می توان از جمله اولین تلاش ها در زمینه زیست فناوری صنعتی قلمداد نمود.^۳ از اهداف اصلی زیست فناوری صنعتی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) تصفیه زیستی

ب) پاکسازی محیط زیست

ج) تولید آنزیم ها و پروتئین تک یاخته با کاربرد وسیع در صنایع غذایی، مواد شوینده، نساجی

د) تولید متابولیت ها با کاربرد وسیع در صنایع غذایی، رنگ و ...

ه) ازدیاد برداشت از مخازن نفتی

^۱ وضعیت زیست فناوری در دهه اخیر - ملیوبی، ۱۳۹۲

^۲ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

^۳ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

مشاور	 مرکز توسعه مدیریت	پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۷
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

(و) فرو شویی زیستی

(ز) کاربرد ریزسازواره ها در صنایع غذایی^۱

• زیست فناوری کشاورزی

کشاورزی یکی از ارکان اساسی اقتصاد ملی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران است. بر اساس گزارش رسمی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۹۰، کشاورزی سهم مهمی از تولید ناخالص داخلی کشور را تشکیل می دهد. بدیهی است در صورت عمل به توصیه های این پژوهش سهم عمده ای از واردات محصولات کشاورزی که در حال حاضر بیش از سالیانه ۵ میلیارد دلار برآورد می شود، کاسته و بر میزان تولید ناخالص داخلی افزوده خواهد شد و در نتیجه انتظار می رود این سهم نیز به نوبه خود افزایش یابد و تا ۱۵ درصد از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص دهد. شاید کشاورزی و دامداری از اولین صنایعی باشد که در مرکز توسعه تمدن بشری در بین النهرین به وجود آمده باشد. یقیناً ایرانیان در توسعه کشاورزی پیشتاز بوده و با توجه به برخورداری از اقلیمی که دارای تنوع ژنتیکی وسیعی به ویژه در گونه های مربوط به غذا و دارو است، نقش مهمی را در توسعه اولیه کشاورزی در جهان ایفا کرده اند. اسناد مکتوب، کتیبه ها و نقاشی های به یادگار مانده از ایران باستان همگی حکایت از تبحر ایرانیان در کشاورزی داشته و برخی از ابداعات بی بدیل آن ها نظیر توسعه قنات ها و کشت محصولاتی نظیر زعفران و پسته همچنان جایگاه برتر خود را در دنیای کشاورزی جهان حفظ کرده است.^۲

در نتیجه توسعه علم ژنتیک، تحولات عظیم دهه های ۱۹۶۰ - ۱۹۵۰ در زمینه کشت بافت و زیست شناسی سلولی و مولکولی، پیشرفت های حاصله در عرصه کشت بافت گیاهی و حیوانی، ابداع کامپیوتر و تسهیل محاسبات و مدل سازی و تلفیق علم الکترونیک و زیست شناسی و ابداع رشته های جدیدی نظیر بیوانفورماتیک، تهیه نقشه های ژنتیک موجودات زنده و ردیف یابی عامل وراثت (دی.ان.ای) در موجودات پست و عالی، توان استفاده از میکروب های مفید برای کنترل آفات و بیماری ها و استفاده از آن ها به عنوان کودهای زیستی و از همه مهم تر استفاده از محصولات تراریخت (مهندسی ژنتیک شده)، تحولات گسترده ای را در عرصه کشاورزی جهان ایجاد کرده اند که بدون آن ها شاید کشاورزی تفاوت چندانی با هزاران سال پیش نداشته باشد. امروزه نمی توان عرصه ای از علوم زراعت و اصلاح نباتات، باغبانی، جنگل و مرتع، دامپروری و شیلات و محیط زیست را نام برد که زیست فناوری در آن نقش آفرینی نکرده باشد.^۳

^۱ وضعیت زیست فناوری در دهه اخیر، ملیوبی، ۱۳۹۲

^۲ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

^۳ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۸
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱



شکل ۱- زیست فناوری کشاورزی

از اهداف اصلی زیست فناوری کشاورزی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

(الف) تشخیص بیماری ها و آفات

(ب) تولید گیاهان تراریخت

(ج) تولید داروها و واکسن های دام و طیور و آبزیان

(د) کشت بافت و ریزازدیادی گیاهان

(ه) تولید کودهای زیستی و زیست مهارگرها (آفت کش ها و ...)

(و) تنوع ژنتیکی و اصلاح نژاد^۱

(ز) خوراک دام، طیور و آبزیان

(ح) تولید متابولیت های ثانویه گیاهی

از جمله کاربردهای مختلف زیست فناوری در کشاورزی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

بر اساس مطالعات انجام شده حوزه های زیست فناوری کشاورزی شامل تولید غذا، تولید زیست توده (بیوانرژی، الیاف و ..)، جنگل و مرتع، گیاهان دارویی (تولید متابولیت های ثانویه گیاهی، تولید پروتئین های نو ترکیب در گیاه) می باشد.

زیست فناوری کشاورزی در تولید غذا شامل حوزه های زیر می باشد:

- واکسن های دام، طیور و آبزیان

- خوراک دام، طیور و آبزیان

- مکمل ها (آمینو اسید ها، ویتامین ها)

- افزودنی های محرک رشد (پروبیوتیک، پری بیوتیک، اسیدی فایرها، آنزیم ها)

- محصولات کشت بافتی (بذر، نهال و نشاء)

^۱ وضعیت زیست فناوری در دهه اخیر، ملبوی، ۱۳۹۲

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۱۹
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

- کیت های تشخیصی (گیاهی، جانوری)

- کود های زیستی و زیست مهارگرها

- محصولات تراریخت (گیاهان تراریخت، دام، طیور و آبزیان تراریخت)

لازم به ذکر است که زیست فناوری کشاورزی در تولید غذا را نیز می توان به محصولات زیستی (گیاه و دام تراریخت، کشت بافت، واکسن های دام، افزودنی های دام و کیت های تشخیصی گیاهی و جانوری) و نهاده های زیستی تقسیم بندی کرد که در اینجا به اختصار توضیح داده می شوند:

الف) کشت بافت گیاهی: تکنیک کشت بافت گیاهی و ریزازدیادی که به معنای توانایی سلول های موجود زنده برای ایجاد یک موجود کامل می باشد، در سه دهه اخیر توانسته است کاربردهای بسیار گسترده ای را در کشاورزی داشته باشد. کشت بافت گیاهی گستره وسیعی را در برمی گیرد که شامل کشت پروتوپلاست، سلول، بافت و اندام گیاهی است. همچنین کشت سلول و بافت های گیاهی پیش نیاز و لازمه برنامه های انتقال مصنوعی ژن و مهندسی ژنتیک می باشد، تا بتوان از سلول تغییر یافته، یک گیاه کامل را به وجود آورد.

ب) مهندسی ژنتیک: پیچیده ترین شاخه زیست فناوری است که شامل روش های انتخاب ژن یا ژن های مورد نظر، امکان یابی، جداسازی، خالص سازی، تکثیر و انتقال ژن و ارزیابی بروز آن در موجودات زنده می باشد. این فناوری امکاناتی را فراهم می آورد که با روش های سنتی و کلاسیک امکان پذیر نیست. همانند تولید محصولات تراریخت اعم از ذرت، برنج، پنبه، سیب زمینی مقاوم به آفات، که بیشترین حجم بازار محصولات زیست فناوری کشاورزی را شامل می شود.

ج) دام و طیور و آبزیان: دانش نوین زیست فناوری می تواند در بسیاری از موارد از قبیل تولید دام های تراریخت، تولید واکسن ها برای پیشگیری از بیماری های دامی شایع در مزارع، تولید کیت های تشخیص بیماری و موارد مفید دیگر باشد. بسیاری از کشورها با به کار بردن این علم توانسته اند به سرمایه ای عظیم دست یابند؛ به طور مثال کشور کوبا توانسته است اقتصاد ورشکسته و کم درآمدش را با صنعت بیوتکنولوژی نجات دهد.

د) کیت های تشخیص مولکولی: عدم اطمینان از نتایج حاصل از آزمایشات تشخیص مبتنی بر PCR ممکن است در نتیجه خطاهای انسانی، شرایط محیطی، بازدارنده های واکنش و .. باشد. کیت های تشخیص مولکولی سبب به حداقل رساندن این خطاها و تأیید نتایج می شوند.

مشاور		پروژه	نقشه راه زیست فناوری کشاورزی ایران (فاز اول - مطالعه وضع موجود زیست فناوری کشاورزی در ایران و جهان)	صفحه	۲۰ از ۲۰
شناسه	FMC-President-TR-9407	سند	سند اول - مقدمات و تعاریف	تاریخ تهیه	۱۳۹۴/۷/۱۱

ه) **تولید نهاده های زیستی:** کودهای زیستی و زیست مهارگرها در حال حاضر توانسته اند باعث افزایش سود و تولید محصولات کشاورزی و غذایی، حمایت از پیشرفت در بسیاری از کشور های در حال توسعه و تعدیل اثرات زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی شوند.

جمع بندی: اکنون به جا است که سؤال کنیم جایگاه ایران اسلامی در اقتصاد زیست فناوری کجاست؟ سیاست گذاران و سیاستمداران کشور اعم از مقام معظم رهبری و دولت های مختلف از زمان معظم له تا امروز بر اهمیت بیوتکنولوژی پای فشرده اند. تأسیس پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری در صدر انقلاب، پژوهشکده رویان در دوران ریاست جمهوری رهبر معظم انقلاب و پژوهشکده زیست فناوری کشاورزی در سال ۱۳۷۸ نشان از عزم ملی برای توسعه تحقیقات زیست فناوری و مهندسی ژنتیک به ویژه در عرصه کشاورزی دارد.

امروز استفاده از زیست فناوری نه تنها یک ضرورت، بلکه الزامی انتخابی است که همه ارکان اصلی نظام ما به آن واقف اند. آینده زیست فناوری در کشاورزی بسیار امیدوارکننده تر از سایر حوزه ها است. تولید محصولات زراعی مقاوم به آفات و بیماری ها و بی نیاز از مصرف سموم شیمیایی دفع آفات، تولید داروها، پروتئین ها و مواد تغذیه ای در گیاهان و مواد غذایی، تولید حیواناتی نظیر بز تراریخت، تولید ماهی تراریخت با سرعت رشد چند برابر، تولید برنج تراریخت متحمل خشکی که مانند گندم و در مناطق خشک کشت می شود، تولید واکسن های نو ترکیب و بسیاری از محصولات دیگر، همگی آینده ای متفاوت را در عرصه کشاورزی نوید می دهد. کشور ما دارای سرمایه های بی بدیل انسانی و دانشمندان خوبی در حوزه زیست فناوری کشاورزی است. با استفاده از مدیرانی متعهد، کارآمد و متخصص در این حوزه ها و پرهیز از مداخله امور سیاسی در انتصاب ها و مدیریت های تخصصی مانند زیست فناوری کشاورزی، می توانیم زمینه شکوفایی این دانشمندان هشیار و بیدارمان را فراهم و شاهد شیرین دستاوردهای دانش بنیان آن ها را در زندگی روزمره خود تجربه کنیم.

با عنایت به نقش مهم زیست فناوری در جنبه های مختلف امنیت ملی (امنیت غذایی، بهداشتی، درمانی، محیطی، قضایی، دفاعی و...)، اهمیت و ارزش زیست فناوری کشاورزی و مهندسی ژنتیک امری مسلم و محرز است. به ویژه با توجه به وجود پتانسیل زیست فناوری کشاورزی برای تهیه و تولید مواد زیستی، آنزیم ها، داروها و فرآورده های جدید با ارزش افزوده بالا، باید به این فناوری اهمیت ویژه ای داده شود تا بتواند جایگزین مناسبی برای صادرات غیر نفتی و تأمین بخشی از ارز مورد نیاز کشور شود.^۱

^۱ سهم زیست فناوری در رشد اقتصادی کشور در برنامه پنجم توسعه، ۱۳۹۱