



آینده نگاری

زیست فناوری

در ایران ۱۴۰۴



مؤسسه پژوهشی

BIOTECHNOLOGY FORESIGHT: IRAN 2025

Authors:

Aziz Alizadeh

Ali Shammaee

Amir Nazemi

R. Ghadiri

**Published by: National Research Institute for Science Policy (NRISP), Tehran, Iran
2009**

ISBN: 978-964-8041-41-5



Biotechnology

Foresight: Iran 2025



National Research Institute
for Science Policy

شناسنامه طرح راهنمای مناسب‌ترین فناوری‌های ایران ۱۴۰۴ (پامفا) - حوزه زیست‌فناوری

این کتاب مستخرج از بخشی از طرح راهنمای مناسب‌ترین فناوری‌های ایران ۱۴۰۴ (پامفا) در حوزه زیست‌فناوری است که با مشارکت افراد و نهادهای زیر حاصل شده است (اسامی بر حسب حروف الفبا تنظیم شده‌اند):

۱- کمیته مدیریت طرح

- آقای دکتر آریا الستی؛ عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف و رئیس مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور
- آقای دکتر غلامعلی منتظر؛ عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و معاون پژوهشی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور
- آقای مهندس محسن نادری‌منش؛ مشاور ارشد معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
- آقای مهندس امیر ناظمی؛ دانشجوی دکتری مدیریت فناوری و رئیس هیئت مدیره اندیشگاه آتی‌نگار

۲- اعضای پانل تخصصی

- آقای دکتر سعید امین‌زاده؛ عضو هیئت علمی پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری
- آقای دکتر مختار جلالی؛ عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
- آقای دکتر سامان حسین‌خانی؛ عضو هیئت علمی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس
- آقای دکتر تقی زهرایی؛ عضو دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران (عضو پانل)
- زنده‌یاد آقای دکتر محمدنبی سربلوکی؛ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران
- آقای دکتر فریدون مهبودی؛ عضو هیئت علمی انستیتو پاستور ایران
- آقای دکتر منوچهر میرشاهی؛ عضو هیئت علمی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس
- آقای دکتر حسین نادری‌منش؛ عضو هیئت علمی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس
- آقای دکتر مهدی نادری‌منش؛ عضو هیئت علمی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس
- آقای دکتر منوچهر وثوقی؛ عضو هیات علمی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف

۳- گروه متخصصان فرآیندی

- آقای علی شماعی؛ شرکت اندیشگاه آتی‌نگار (عضو گروه متخصصان فرآیندی)
- خانم مینا علی؛ شرکت اندیشگاه آتی‌نگار (عضو گروه متخصصان فرآیندی)

- آقای عزیز علیزاده؛ شرکت اندیشگاه آتی نگار (تسهیل گر تخصصی پانل زیست فناوری)
- آقای روح اله قدیری؛ شرکت اندیشگاه آتی نگار (عضو گروه متخصصان فرآیندی)
- آقای محسن نادری منش؛ شرکت اندیشگاه آتی نگار (مشاور ارشد روش شناسی)
- آقای امیر ناظمی؛ شرکت اندیشگاه آتی نگار (رییس گروه متخصصان روش شناسی)
- آقای وحید وحیدی مطلق؛ شرکت اندیشگاه آتی نگار (مشاور ارشد روش شناسی)

۴- تدوین گران کتاب

- آقای عزیز علیزاده
- آقای علی شماعی

۵- ویراستار علمی

- آقای دکتر حسین نادری منش؛ عضو هیئت علمی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس

نهادهای حقوقی یاری گر طرح پامفا

- اندیشگاه آتی نگار
- معاونت پژوهشی و معاونت فناوری؛ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- موسسه آموزش و تحقیقات دفاعی؛ وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح
- سازمان نظام صنفی رایانه ای کشور
- پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی؛ وزارت جهاد کشاورزی
- انجمن مهندسی دریایی ایران
- مرکز تحقیقات مخابرات ایران؛ وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
- مرکز آینده پژوهی علوم و فناوری دفاعی؛ وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح
- شرکت متن (مرکز تکنولوژی نیرو)؛ وزارت نیرو
- سازمان فضایی کشور؛ وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
- دانشگاه صنعتی اصفهان

نهادهای مالی یاری گر طرح پامفا

- مرکز مطالعات و همکاری های علمی بین المللی؛ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- طرح های صنایع نوین؛ وزارت صنایع و معادن
- مرکز صنایع نوین؛ وزارت صنایع و معادن

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- پیشگفتار	۱
۲- روشگان آینده‌پژوهی	۷
۱-۲- مفاهیم پایه آینده‌پژوهی	۹
۲-۲- آینده چگونه ساخته می‌شود؟	۱۴
۱-۲-۲- روندها	۱۵
۲-۲-۲- رویدادها	۱۷
۳-۲-۲- تصاویر	۱۷
۴-۲-۲- اقدام‌ها	۱۸
۳-۲- ابزارهای آینده‌پژوهی	۲۰
۳- روشگان سناریونگاری	۲۹
۱-۳- مقدمه	۲۹
۲-۳- فرآیند سناریونگاری (سناریوهای ۲×۲)	۳۴
۴- موردکاوی سناریونگاری در حوزه زیست‌فناوری	۳۹
۱-۴- سناریونگاری حوزه زیست‌فناوری در هلند	۳۹
۱-۱-۴- پیش‌زمینه	۳۹
۲-۱-۴- پرسش اساسی	۴۰
۳-۱-۴- فرآیند تدوین سناریوها	۴۰
۴-۱-۴- سناریوهای زیست‌فناوری	۴۲
۵-۱-۴- نتیجه‌گیری	۴۶
۵- روشگان دلفی و موردکاوی آن	۴۹
۱-۵- توصیف روش	۴۹
۲-۵- موردکاوی دلفی در حوزه زیست‌فناوری	۵۳
۱-۲-۵- سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن	۵۴
۲-۲-۵- مؤسسه مجری برنامه آینده‌نگاری	۵۹
۳-۲-۵- دلفی هفتم - سال ۲۰۰۰	۶۱
۴-۲-۵- دلفی هشتم - سال ۲۰۰۵	۶۵
۶- چگونگی اجرای طرح پامفا	۷۳
۱-۶- مراحل اجرایی آینده‌نگاری	۷۴
۱-۱-۶- مرحله ۱: مرحله مقدماتی	۷۷
۲-۱-۶- مرحله ۲: پیش‌آینده‌نگاری	۷۹
۳-۱-۶- مرحله ۳: انجام آینده‌نگاری	۸۲
۴-۱-۶- مرحله ۴: مرحله پس‌آینده‌نگاری	۸۸

۹۱	۷- نتایج دلفی پامفا در حوزه زیست‌فناوری
۹۱	۷-۱- مقدمه
۹۲	۷-۲- نتایج دور اول و دوم دلفی پامفا در حوزه زیست‌فناوری
۹۲	۷-۲-۱- تحلیل اطلاعات فردی
۹۳	۷-۲-۲- تحلیل دسته اول پرسش‌های دلفی
۱۲۱	۷-۲-۳- تحلیل دسته سوم پرسش‌های دلفی
۱۲۵	۷-۲-۴- تحلیل دسته چهارم پرسش‌های دلفی
۱۶۳	۸- سناریونگاری در حوزه زیست‌فناوری ایران
۱۶۶	۸-۱- رویکرد سناریونگاری
۱۶۸	۸-۱-۱- رویکرد منطق شهودی (روش عدم قطعیت‌های بحرانی)
۱۷۲	۸-۱-۲- رویکرد تحلیل آثار برگذر
۱۷۳	۸-۲- رویکرد ترکیبی عدم قطعیت‌های بحرانی-آثار برگذر
۱۷۵	۸-۱-۲- گام‌های رویکرد ترکیبی سناریونگاری
۱۷۶	۸-۳- رویکرد منتخب سناریونگاری
۱۸۳	۸-۴- سناریوهای ملی زیست‌فناوری
۱۸۳	۸-۴-۱- سناریوی اول- پیش به سوی پسا انسان
۱۸۷	۸-۴-۲- سناریوی دوم - انحصار شرکت‌های بزرگ
۱۹۱	۸-۴-۳- سناریوی سوم- توسعه آهسته‌تر، مطمئن‌تر
۱۹۴	۸-۴-۴- سناریوی چهارم - زیست‌فناوری امنیتی
۱۹۷	- پیوست یک- فهرست پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه دلفی زیست‌فناوری
۱۹۸	- پیوست دو- معرفی اندیشگاه آتی‌نگار
۱۹۹	- منابع

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول شماره ۱- برنامه‌های آینده‌نگاری علم و فناوری ژاپن	۵۵
جدول شماره ۲- شاخص اهمیت شش حوزه‌دارای اولویت در دلفی هشتم ژاپن	۶۷
جدول شماره ۳- برخی از گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری در دلفی هشتم ژاپن	۷۰
جدول شماره ۴- آمار پرسش‌نامه‌های ارسالی و دریافتی در دور اول دلفی	۸۶
جدول شماره ۵- آمار پرسش‌نامه‌های ارسالی و دریافتی در دور دوم دلفی پامفا	۸۸
جدول شماره ۶- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان حوزه زیست‌فناوری	۹۲
جدول شماره ۷- پاسخ‌های خبرگان به دسته اول سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور اول	۱۱۶
جدول شماره ۸- پاسخ‌های خبرگان به دسته اول سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۱۷
جدول شماره ۹- میزان اجماع خبرگان در خصوص پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول و دوم	۱۱۸
جدول شماره ۱۰- میزان تغییر شاخص اجماع پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری طی دور اول و دوم دلفی	۱۱۹
جدول شماره ۱۱- میزان اهمیت پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول	۱۲۰
جدول شماره ۱۲- میزان اهمیت پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۲۱
جدول شماره ۱۳- پاسخ‌های خبرگان به دسته سوم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور اول	۱۲۲
جدول شماره ۱۴- پاسخ‌های خبرگان به دسته سوم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۲۳
جدول شماره ۱۵- میزان اولویت اقدام‌های دسته سوم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول	۱۲۴
جدول شماره ۱۶- میزان اولویت اقدام‌های دسته سوم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۲۵
جدول شماره ۱۷- پاسخ‌های خبرگان به دسته چهارم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور اول	۱۲۶
جدول شماره ۱۸- پاسخ‌های خبرگان به دسته چهارم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۲۸
جدول شماره ۱۹- میزان اهمیت گزاره‌های دسته چهارم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول	۱۳۰
جدول شماره ۲۰- میزان اهمیت گزاره‌های دسته چهارم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۳۲
جدول شماره ۲۱- مقایسه موقعیت ایران با رقبای حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۴۲
جدول شماره ۲۲- مقایسه موقعیت ایران با رقبای حوزه زیست‌فناوری- دور اول و دوم	۱۴۳
جدول شماره ۲۳- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری- دور دوم	۱۵۲
جدول شماره ۲۴- نظر خبرگان در خصوص اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌ها اتخاذ نماید در حوزه زیست‌فناوری (درصد)- دور دوم	۱۶۱
جدول شماره ۲۵- پرسش‌های دسته اول سوال‌های دلفی و پاسخ‌های خبرگان	۱۷۸
جدول شماره ۲۶- هشت حالت ترکیبی از نیروهای پیش‌ران منتخب	۱۸۱

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل شماره ۱- تصویر نمادین پیش‌نگری آینده	۱۱
شکل شماره ۲- انواع آینده‌ها	۱۲
شکل شماره ۳- چهار پیش‌ران و تعاملات داخلی میان آنها	۲۳
شکل شماره ۴- تقسیم‌بندی روش‌های مختلف بر اساس چهار ویژگی اصلی	۲۶
شکل شماره ۵- میزان استفاده از روش‌های مختلف بر حسب قلمرو جغرافیایی مطالعه	۲۸
شکل شماره ۶- جایگاه سناریوها در برنامه‌ریزی‌ها	۳۱
شکل شماره ۷- نمونه‌ای از سناریوها درباره موضوعی زیست‌محیطی	۳۷
شکل شماره ۸- چارچوب سناریوهای زیست‌فناوری هلند	۴۳
شکل شماره ۹- برنامه‌های مختلف سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن	۵۶
شکل شماره ۱۰- وجوه برنامه جامع علم و فناوری در ژاپن	۵۷
شکل شماره ۱۱- قوانین علم و فناوری ژاپن	۵۸
شکل شماره ۱۲- شاخص اهمیت حوزه‌ها در دلفی هفتم ژاپن	۶۵
شکل شماره ۱۳- شاخص اهمیت حوزه‌ها در دلفی هشتم ژاپن	۶۸
شکل شماره ۱۴- مرحله پیش‌آینده‌نگاری در اولین برنامه آینده‌نگاری انگلستان	۷۵
شکل شماره ۱۵- مرحله اصلی آینده‌نگاری در اولین برنامه آینده‌نگاری انگلستان	۷۶
شکل شماره ۱۶- مراحل اجرایی طرح پامفا	۷۷
شکل شماره ۱۷- فعالیت‌های عمده در مرحله مقدماتی پامفا	۷۸
شکل شماره ۱۸- فعالیت‌های عمده در مرحله پیش‌آینده‌نگاری پامفا	۷۹
شکل شماره ۱۹- ساختار اجرایی فرایند آینده‌نگاری در مرحله دوم	۸۱
شکل شماره ۲۰- فعالیت‌های گام اصلی آینده‌نگاری	۸۳
شکل شماره ۲۱- فعالیت‌های گام پس‌آینده‌نگاری	۸۹
شکل شماره ۲۲- شاخص اجماع پرسش اول در دور اول	۱۰۱
شکل شماره ۲۳- شاخص اجماع پرسش اول در دور دوم	۱۰۱
شکل شماره ۲۴- شاخص اجماع پرسش دوم در دور اول	۱۰۳
شکل شماره ۲۵- شاخص اجماع پرسش دوم در دور دوم	۱۰۳
شکل شماره ۲۶- شاخص اجماع پرسش سوم در دور اول	۱۰۵
شکل شماره ۲۷- شاخص اجماع پرسش سوم در دور دوم	۱۰۷
شکل شماره ۲۸- شاخص اجماع پرسش چهارم در دور اول	۱۰۷
شکل شماره ۲۹- شاخص اجماع پرسش چهارم در دور دوم	۱۰۷
شکل شماره ۳۰- شاخص اجماع پرسش پنجم در دور اول	۱۰۹

۱۰۹	 شکل شماره ۳۱- شاخص اجماع پرسش پنجم در دور دوم
۱۱۱	 شکل شماره ۳۲- شاخص اجماع پرسش ششم در دور اول
۱۱۱	 شکل شماره ۳۳- شاخص اجماع پرسش ششم در دور دوم
۱۱۳	 شکل شماره ۳۴- شاخص اجماع پرسش هفتم در دور اول
۱۱۳	 شکل شماره ۳۵- شاخص اجماع پرسش هفتم در دور دوم
۱۱۵	 شکل شماره ۳۶- شاخص اجماع پرسش هشتم در دور اول
۱۱۵	 شکل شماره ۳۷- شاخص اجماع پرسش هشتم در دور دوم
۱۳۴	 شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبای حوزه زیست فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم
۱۴۴	 شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره های حوزه زیست فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم
	 شکل شماره ۴۰- اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره های حوزه زیست فناوری اتخاذ نماید به تفکیک
۱۵۳	 هر گزاره- دور دوم
۱۸۰	 شکل شماره ۴۱- فضای سناریوهای زیست فناوری ایران ۱۴۰۴
۱۸۶	 شکل شماره ۴۲- پویایی نظام مند سناریوی پیش به سوی پسا انسان در یک نگاه
۱۹۰	 شکل شماره ۴۳- پویایی نظام مند سناریوی انحصار شرکت های بزرگ در یک نگاه
۱۹۳	 شکل شماره ۴۴- پویایی نظام مند سناریوی توسعه آهسته تر، مطمئن تر در یک نگاه
۱۹۶	 شکل شماره ۴۵- پویایی نظام مند سناریوی زیست فناوری امنیتی در یک نگاه

سیاست‌گذاران خواه در ابعاد ملی، خواه در ابعاد بخشی و بنگاهی همواره با این عدم قطعیت مواجه‌اند که با توجه به منابع محدود در اختیار، چگونه می‌توانند برای رسیدن به اهداف خود و دستیابی به اهداف صنعتی بهتر برنامه‌ریزی کنند. تغییرات سریع بازار، رقابت و فناوری صنایع را به واکنش سریع در برابر تغییرات وادار می‌کند. در غیر این صورت، چه بسا بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها با توجه به وضعیت‌های متغیر آینده با شکست مواجه شوند. از این رو، دستیابی به درک و حس بهتر و دقیق‌تر از آینده می‌تواند ریسک ناکامی در برنامه‌ریزی‌ها را کاهش دهد. یکی از شرایط موفقیت در دنیای پرچالش امروز و کاهش احتمال شکست در صورت وقوع آینده‌های محتمل، توانایی طراحی برنامه‌ها و راهبردهای انعطاف‌پذیر برای آینده است. در تحقق صحیح اهداف و راهبردهای ملی یا بخشی، انعطاف‌پذیری برنامه‌ها که از طریق بهبود جریان اطلاعات و کاهش ریسک ارتقا می‌یابد، اهمیت بسیاری دارد. از این رو، علم آینده‌پژوهی و استفاده از ابزارهای آن، از غافلگیری سازمان‌ها در رویارویی با وقایع آینده، جلوگیری می‌کند. در کشورمان ایران، پس از نزدیک به شصت سال برنامه‌ریزی‌های بلندمدت توسعه، در اوایل دهه ۱۳۸۰ با بهره‌گیری از مفاهیم و ابزارهای نوین سیاست‌گذاری کلان، تلاش‌هایی برای ترسیم آینده مطلوب کشور صورت پذیرفت که نتیجه آن تدوین و ابلاغ «سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی» است.

دستیابی به آرمان‌هایی که در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ آمده است، منوط به شناسایی نقاط اصلی عزیمت و تعیین مسیر راه برای تحقق آن اهداف است. از این رو، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور به منزله کانون تفکر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بنا به مأموریت خود مبنی بر سیاست‌پژوهی در زمینه علوم و فناوری‌های مورد نیاز کشور، از سال ۱۳۸۵ طرحی را با عنوان «پایلوت (راهنمای) آینده‌نگاری مناسب‌ترین فناوری‌های ایران ۱۴۰۴» (پامفا) آغاز کرد. پامفا برنامه‌ای راهنما در حوزه آینده‌نگاری است که می‌کوشد نگاهی بلندمدت به آینده علم و فناوری در ایران در افق سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ ببیند. هدف اصلی این طرح «شناسایی آینده‌های بدیل فناوری‌ها در ایران و مطلوب‌ها و نامطلوب‌های موجود در آنها» است.

ایده اولیه پامفا در اوایل سال ۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور مطرح شد. اندکی بعد موضوع با برخی از سازمان‌ها و نهادهای مطالعاتی و تحقیقاتی در میان گذاشته شد تا طرحی فراسازمانی شکل گیرد و اصل مشارکتی بودن آینده‌نگاری رعایت شود. از آن‌جا که آینده‌نگاری برنامه‌ای زمان‌بر و هزینه‌بر است، شناخت صحیح از محیط سیاست‌گذاری علم و فناوری ایران ضروری بود. از این رو، تصمیم بر آن شد تا طرح پامفا در چند مرحله تدریجی تعریف شود. بدین منظور گروهی از خبرگان و سازمان‌های فعال در این زمینه، با عنوان «کمیته راهبری» در آبان‌ماه همان سال تشکیل شد تا از یک سو راهبردهای کلی طرح را تعیین کند و از سویی دیگر مشارکت سازمان‌های مختلف را در طرح آسان سازد.

در مرحله مقدماتی از طرح پامفا، پرسش‌نامه‌های شش حوزه هشتمین برنامه آینده‌نگاری ژاپن که در سال ۲۰۰۵ میلادی انجام شده بود، برگزیده و با تغییرات اندکی در میان خبرگان توزیع شد تا «محیط سیاست‌گذاری» شناسایی شود. نتایج حاصل از مرحله نخست توانست اطلاعات بسیاری را چه در زمینه چارچوب مفهومی، چه درباره اجرای طرح در اختیار قرار دهد. مرحله مقدماتی این طرح بر «نتایج فرایندی» و «رفتار جامعه خبرگان ایرانی» متمرکز شده بود. همچنین ظرفیت‌سازی برای اجرای برنامه اصلی آینده‌نگاری از جمله اهداف اصلی قرار گرفت. پس از مرحله مقدماتی برنامه آینده‌نگاری اصلی از آبان‌ماه ۱۳۸۶ آغاز شد و بر پنج حوزه فناورانه زیر تمرکز یافت:

- فناوری اطلاعات و نرم‌افزار؛
- الکترونیک، مخابرات و سخت‌افزار؛
- هوافضا؛
- دریا؛
- زیست‌فناوری.

در برنامه اصلی آینده‌نگاری از مجموعه‌ای از روش‌ها بهره گرفته شد که عبارت‌اند از:

- روش سناریونگاری: به عنوان یکی از روش‌های اصلی
- روش دلفی: به عنوان یکی از روش‌های اصلی
- روش تحلیل آثار برگذر: به عنوان روش کمکی در نگارش سناریوها
- روش پانل: به عنوان روش کمکی در طراحی پرسش‌های دلفی و تدوین سناریوها
- مطالعه ادبیات و منابع: به عنوان روش کمکی در طراحی پرسش‌نامه‌های دلفی و تدوین سناریوها

در این مرحله خبرگانی از سه بخش اصلی ذی‌نفعان جامعه، یعنی «بخش سیاست‌گذاری»، «بخش علمی» و «بخش صنعت» در فرایند مشارکت یافتند تا از تخصص و دانش ضمنی آنان استفاده شود. مشارکت‌کنندگان در پانل‌ها حدود ۶۰ نفر، خبرگانی که پرسش‌نامه دلفی برای آنان ارسال شد، نزدیک به ۹۰۰ نفر و مشارکت‌کنندگان در کارگاه‌های سناریونگاری حدود ۷۵ نفر بودند. در پایان این مرحله برای هریک از پانل‌ها، مجموعه‌ای از سناریوها فراهم آمد که در هر کدام از سناریوها، وضعیت آینده ایران تا سال ۱۴۰۴ در آن حوزه تشریح شد. هدف از اجرای این مرحله گردآوری دانش نهفته متخصصان و صاحب‌نظران ملی بود و امید آن می‌رفت که با پاسخگویی بیش از یک هزار اندیشمند در سراسر کشور، مجموعه‌ای از دانش ملی و راهبردی برای اجماع صاحب‌نظران در این عرصه مهم فراهم آید.

همچنان که اشاره شد، در مرحله آینده‌نگاری اصلی، بر فناوری‌های عمده و همچنین نتایج برآمده از آینده‌نگاری تمرکز شد. در این مرحله به غیر از مرکز صنایع نوین و طرح‌های صنایع نوین که به همراه مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی، پشتیبانان مالی طرح بودند، سازمان‌های دیگری نیز از جنبه علمی به یاری طرح شتافتند که عبارتند از:

اندیشگاه آتی‌نگار، موسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی، سازمان نظام صنفی رایانه‌ای کشور، سازمان فضایی ایران، انجمن مهندسی دریایی ایران، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، مرکز تکنولوژی نیرو (متن)، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، معاونت فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، پژوهشگاه هوافضا و دانشگاه صنعتی اصفهان. در برنامه‌های آینده‌نگاری آتی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور در نظر دارد تا بر حوزه‌های بخشی و اجرایی (مانند حوزه حمل و نقل، حوزه کشاورزی و جز آنها) متمرکز شود تا از مجموعه‌ای از فناوری‌های یاد شده در این برنامه آینده‌نگاری نیز بهره گیرد. در کتاب حاضر که به تشریح «پایلوت آینده‌نگاری بخش زیست فناوری» اختصاص یافته،

تلاش شده است تا ضمن تشریح مفاهیم و اصطلاحات پایه‌ای آینده‌پژوهی در فصل بعد، ابزارها و روش‌های علمی مختلف آن نیز بررسی شود.

از آن‌جا که آینده‌پژوهی معرفتی علمی است، از روش‌شناسی علمی نیز بهره می‌گیرد. ابزارهای آینده‌پژوهی همچون سناریونگاری و دلفی از جمله روش‌هایی‌اند که به کمک آنها می‌توان به شناخت علمی‌تری از آینده دست یافت. دیگر روش‌هایی که در سایر علوم، به‌ویژه علوم اجتماعی، روش‌های تحقیق علمی دانسته می‌شوند، امروزه در آینده‌پژوهی نیز به کار می‌روند. برای مثال، روش‌های سری‌های زمانی، پیمایش، پانل، مدل‌سازی و شبیه‌سازی از جمله روش‌هایی هستند که در مراحل مختلف آینده‌نگاری به کار گرفته می‌شوند. در این کتاب مراد از ابزار، هرگونه ابداع یا ترکیب هدفمندی از روش‌های آینده‌پژوهی یا دیگر روش‌های علمی است که در حوزه آینده‌پژوهی به کار می‌رود. در پامفای بخش زیست فناوری نیز از ترکیب روش‌های علمی و مطرح آینده‌پژوهی استفاده شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت از سناریونگاری^۱، دلفی^۲ و پانل خبرگان^۳ است.

سناریونگاری روشی منظم و منضبط برای کشف نیروهای پیش‌ران کلیدی در بافت تغییرات شتابان، پیچیدگی‌های فوق‌العاده و عدم قطعیت‌های متعدد است. از رهگذر این روش، رهبران و مدیران با نگاه به عدم قطعیت‌های آینده و درک عمیق پیامدهای احتمالی آنها، چندین داستان یا روایت متمایز را درباره آینده‌های ممکن کشف و تعریف می‌کنند. این سناریوها ابزاری برای نظم بخشیدن به بینش‌ها و استنباط‌های رهبران و مدیران به شمار می‌روند. مقصود از تعریف سناریوها انتخاب تنها یک آینده مطلوب و آرزوی به حقیقت پیوستن آن، یا پیدا کردن محتمل‌ترین آینده و تلاش در تطبیق با آن نیست، بلکه قصد اصلی سناریونگاری اتخاذ تصمیم‌هایی راهبردی است که برای «همه آینده‌های باورکردنی»^۴ به اندازه کافی خردمندانه و استوار^۵ باشند. در فصل سوم، روشگان سناریونگاری به زبان ساده تشریح می‌شود؛ سپس در فصل چهارم، به منظور درک بهتر مطلب، سناریونگاری زیست فناوری در کشور هلند مطالعه خواهد شد.

یکی از تحول‌های چشمگیر در مباحث آینده‌پژوهی با ابداع روش دلفی در اندیشگاه رند^۶ به‌وقوع پیوست. این روش به منظور برطرف کردن مشکلات موجود در جلسات بحث گروهی

1- Scenario Writing
2- Delphi
3- Expert Panel
4- Plausible Futures
5- Robust
6- RAND Think Tank

و نیز برقراری تعاملی صحیح بین نظریات واقعی افراد ابداع شد. روش دلفی به دنبال گردآوری نظریات کارشناسان و متخصصان از طریق پرسش نامه است؛ به گونه‌ای که این پرسش نامه در دفعات مختلف ارسال و جمع‌آوری شود. در هر صورت، این روش به منظور شناخت همگرایی یا واگرایی نظریات و دیدگاه‌های کارشناسان درباره موضوعات مختلف به کار می‌رود.

در پامفای بخش زیست فناوری، روش دلفی اصلی‌ترین شیوه اخذ دانش خبرگان این حوزه است. به دلیل اهمیت این موضوع، فصول پنجم و هفتم کتاب به ترتیب به معرفی روشگان و موردکاوی دلفی در بخش زیست فناوری به عنوان مبنای دلفی پامفا و تحلیل نتایج حاصل از دلفی بخش زیست فناوری اختصاص یافته است. در فصل ششم نیز چگونگی اجرای طرح پامفا و مراحل اجرایی آن بیان شده است.

آخرین فصل کتاب یعنی فصل هشتم به سناریونگاری بخش زیست فناوری ایران ۱۴۰۴ می‌پردازد که بر اساس شناسایی عوامل کلیدی این حوزه با استفاده از بررسی منابع و بحث در جلسات پانل اختصاصی زیست فناوری بعد از انجام روش دلفی به دست آمده است.

۲ روشگان آینده‌پژوهی

آینده‌اندیشی^۱، آینده‌پژوهی^۲، آینده‌نگاری^۳ و آینده‌شناسی^۴ واژه‌هایی‌اند که به حوزه دانش - فناوری جدیدی اشاره می‌کنند که به شناخت، تحلیل، ساخت، شکل‌دهی و برنامه‌ریزی آینده می‌پردازند. مهم‌ترین پیش‌فرض‌های این حوزه جدید را می‌توان در قالب گزاره‌های وندل بل^۵ مرور کرد (Bell, 1996):

- الف- زمان بی‌بازگشت است و به یک سو پیش می‌رود.
- ب- آنچه در آینده پدید می‌آید، الزاماً در حال یا گذشته موجود نبوده است.
- ج- اندیشیدن درباره آینده برای اقدام امروز ضروری است.
- د- آینده جبری نیست.
- ه- آینده متأثر از اقدامات جمعی و فردی انسان‌هاست.
- و- درک آینده به دیدگاهی کلی‌نگر و همه‌جانبه نیازمند است.
- ز- برخی از آینده‌ها از بقیه بهترند.

1- Futures

2- Futures Studies

3- Foresight

4- Futurology

5- Wendel Bell

ح- دریافتن مسیر درست زندگی، سودمندترین دانش، معرفت به آینده است.
ط- هیچ شناخت کاملی از آینده وجود ندارد.

بر اساس این پیش‌فرض‌ها می‌توان چنین نتیجه گرفت که آینده‌ای مطلوب^۱ وجود دارد (پیش‌فرض «ز») که جبری نیست (پیش‌فرض «د») و با اقدامات فردی و جمعی جامعه ساخته می‌شود (پیش‌فرض «ه») و از این رو، درک آینده مطلوب، نیازمند تصویری کلی‌نگر و همه‌جانبه (پیش‌فرض «و») است که کارها و اقدامات کنونی انسان را شکل داده (پیش‌فرض «ج») و او را به خلق آینده‌ای که الزاماً در حال یا گذشته موجود نبوده است (پیش‌فرض «ب»), سوق می‌دهد. این تصویر از آینده مطلوب همان چشم‌انداز است (پیش‌فرض «ز»). نکته قابل توجه در این میان آن است که آینده مطلوب یا چشم‌انداز یکی از بی‌شمار آینده‌های بدیل و باورکردنی است که ممکن است تحقق یابد یا به هر علتی محقق نشود. به سخن دیگر، در هر آینده باورکردنی می‌توان جنبه‌های مطلوب یا نامطلوب را یافت. از این رو، لازم است تا تصاویری از آینده‌های بدیل^۲ را نیز مد نظر قرار دهیم و راهبردها و برنامه‌ها را در آن آینده‌های بدیل تحلیل کنیم تا از وجوه مطلوب آنها بهره‌گیریم و از نامطلوب‌ها بپرهیزیم و نیز از راهبردهای جایگزین برای نیل به چشم‌انداز یا جنبه‌های مطلوب آن آینده استفاده کنیم. برنامه‌ریزی استوار^۳ یکی از روش‌ها در تولید و شناسایی این راهبردهای جایگزین است.

همه آنچه در آینده‌پژوهی و حوزه‌های دانش‌فناوری مرتبط با آن انجام می‌شود، پرداختن به جنبه‌های مختلفی از آینده است که از پیش‌فرض‌های فوق برمی‌آیند. برای نمونه، در آینده‌نگاری بر ساخته شدن آینده بر پایه اقدامات جمعی و فردی تأکید می‌شود یا در چشم‌اندازسازی بر این موضوع که «برخی از آینده‌ها از بقیه بهترند» تمرکز شدیدی می‌شود. در ادامه این فصل تلاش شده است تا آن دسته از مفاهیم آینده‌پژوهی که در این مطالعه بر آنها تأکید شده است، مرور شوند. به این ترتیب، ابتدا واژه‌های کلیدی و مفاهیم پایه‌ای معرفی می‌شوند. به دلیل آن‌که ادراک صحیح از مفاهیم پایه‌ای نیازمند آشنایی با تاریخ تحولات در این حوزه است، ناگزیر به تاریخ آینده‌پژوهی اشاره‌ای گذرا می‌شود. در ادامه این فصل از کتاب، روش‌هایی از آینده‌پژوهی معرفی می‌شوند که در این مطالعه از آنها بهره گرفته شده است.

1- Desirable Future

2- Alternative Futures

3- Robust Planning

۲-۱- مفاهیم پایه آینده‌پژوهی

تاریخ تلاش آدمی در شناخت آینده را می‌توان به سال‌های دور نسبت داد و ریشه بسیاری از آداب و سنن تاریخی را در آن جست؛ برای مثال، مجموعه آدابی که در تولد نوزادان رعایت می‌شد تا او آینده‌ای روشن و موفق پیش رو داشته باشد، یا آدابی که لشکریان و جنگجویان قدیمی برای حمله موفق خود تدارک می‌دیدند و حتی پرسش‌های فرماندهان جنگی از ستاره‌شناسان پیش‌گو برای تعیین زمان مناسب حمله. تا هنگام پیدایی علوم تجربی، آدمی دنیا را دنیایی پر از اسرار می‌دید و از روابط و نظام‌مندی‌اش هیچ نمی‌دانست و چه‌بسا از این بابت بود که به سحر و جادو پناه می‌برد تا از رهگذر آن آینده را بشناسد و در این راه بسیاری از دانش‌ها را نیز به خدمت می‌گرفت. برای مثال، ستاره‌شناسی دانشی بود که آدمی به کمک آن تلاش می‌کرد تا آینده را بشناسد و حتی پادشاهان نیز برای آگاهی از زمان مناسب حمله از آن بهره می‌گرفتند. اما با فرارسیدن عصر روشنگری و نوزایی، در این اصول و نظریه‌ها خللی جدی وارد شد. با غلبه علوم تجربی و آشکار شدن نظام‌مندی طبیعت، آینده نیز همچون دیگر مفاهیم بازانديشي شد. قوانین فیزیکی به خوبی می‌توانستند از پس توصیف بسیاری از پدیده‌ها برآیند. مثلاً، بر اساس این قوانین، اگر گلوله‌ای از فاصله معینی و با سرعت اولیه مشخصی سقوط کند، آن‌گاه در هر زمان، فاصله آن از زمین قابل اندازه‌گیری است. به سخن دیگر، شناسایی وضعیت آینده گلوله کاملاً قابل اندازه‌گیری است. یافتن این دست از روابط فیزیکی به شدت درک از آینده را دستخوش تغییر می‌کرد. مطابق این یافته‌ها، گویی دنیا از قوانین و روابط مشخصی بهره می‌گیرد و آدمی با شناخت این قوانین می‌تواند آینده را پیش‌بینی کند. تلاشی گسترده برای شناسایی این دست از قوانین آغاز شد، تلاش‌هایی که با پیروزی‌ها و شکست‌های بسیاری همراه بود.

با پیدایی نگرش جدید به آینده و زمان، فرضیه‌های جدیدی نیز شکل گرفت، فرضیه‌هایی که با گذشت زمان بسیاری از آنها کنار گذاشته شدند. از مهم‌ترین این تلاش‌ها می‌توان به یافتن قوانین جهان‌شمول پیش‌بینی اشاره کرد، قوانینی که حال را به آینده تبدیل می‌کنند و همواره و در همه‌جای دنیا صادق‌اند. پیدایش علوم جدید، مبتنی بر توانمندی نظریه‌های علمی در پیش‌بینی بود. به این ترتیب که «پیش‌بینی»^۱ مفهوم و واژه فراگیری در علوم شد و به مثابه یکی از مراحل آمودن هر نظریه به کار رفت و می‌رود. چنانچه نظریه‌ای برای وضع و موقعیت خاصی حالتی را پیش‌بینی کند، مقایسه پیش‌بینی با وضعیت واقعی می‌تواند آزمونی برای آن نظریه به شمار رود

تا مشخص کند که آیا نظریه از این آزمون موفق بیرون می‌آید یا نه. تأکید زیاد تجربه‌گرایان بر پیش‌بینی در سنجش نظریه‌ها، به گسترش این حوزه کمک بسیاری کرد. بسیاری از نظریه‌ها که تا پیش از آن تنها به توصیف و تبیین امور می‌پرداختند، ناگزیر باید به قدرت پیش‌بینی نیز مسلح می‌شدند. از جمله می‌توان به فعالیت‌هایی در حوزه اقتصاد اشاره کرد، فعالیت‌هایی که به ظهور و توسعه علم اقتصادسنجی^۱ انجامیدند.

فعالیت‌های علمی بیشتر، استفاده از مفهوم «احتمال» را نیز در پیش‌بینی آینده وارد کرد. چنانچه به مثال پیشین بازگردیم، ارتفاع گلوله رهاشده، علاوه بر سرعت اولیه، شتاب گرانشی و زمان، تابع عواملی همچون نیروی اصطکاک هوا نیز هست. هرچند این نیرو به شدت ناچیز باشد، از دقت محاسبات و تخمین‌ها می‌کاهد. برای برون‌رفت از این مشکل از یک سو می‌توان به محاسبات دقیق‌تر پناه برد و از سوی دیگر سرعت را از طریق تابعی احتمالی از سرعت محاسبه شده (با اندکی افزایش یا کاهش) به دست آورد. به این ترتیب، نظریه احتمال این امکان را به آینده‌اندیشان^۲ می‌داد که برای هریک از آینده‌های بدیل درجه‌ای از احتمال را تعیین کنند. پیش‌نگری^۳ مفهوم جدیدی بود که دانستن وضع آینده را همراه با احتمال و دقت کم‌تر می‌پذیرفت.

اما در هر حال فرض اصلی و مهمی که در پس پیش‌بینی‌ها و پیش‌نگری‌ها پنهان بود، اصل وجود آینده‌ای قطعی^۴، حتمی^۵، صلب، ثابت و حتمی‌الوقوع^۶ بود. این آینده حتمی، گریزناپذیر بود. مثلاً اگر قرار است گلوله در زمان مشخص در مکان معینی باشد، این آینده حتمی و گریزناپذیر خواهد بود. اصولاً پیش‌فرض نهفته در فعالیت تجربه‌گرایان آن بود که «نظریه بهتر آن است که به پیش‌بینی صحیح‌تر بینجامد»، یا به گفته دیگر، یک «بهترین نظریه» وجود دارد، که می‌تواند آینده را به صورت کامل پیش‌بینی کند.

بر اساس این پیش‌فرض، آینده بر پایه روابط ساختاری و وضعیت اولیه قابل شناسایی است و از این رو، در برنامه‌ریزی‌ها تلاش می‌شود تا ابتدا وضع آینده شناسایی شود و سپس بهترین برنامه‌ها برای بهره‌گیری از فرصت‌های آینده و دفع تهدیدهای آن طراحی شود. شکل ۱ مفهوم شناسایی وضعیت آینده و برنامه‌ریزی بر اساس پس‌نگری^۷ را به صورت نمادین نشان می‌دهد.

1- Econometrics

2- Futurists

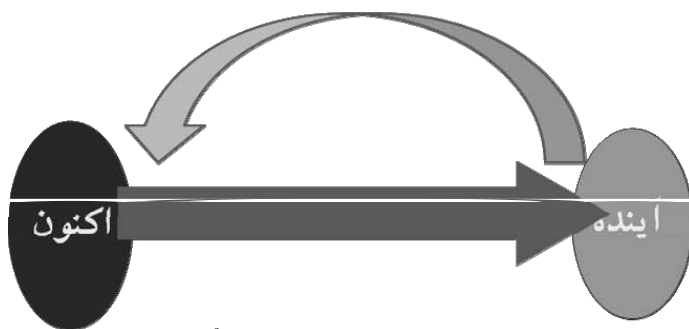
3- Forecasting

4- Certain

5- Deterministic

6- Fatalistic

7- Backcasting



شکل شماره ۱- تصویر نمادین پیش‌نگری آینده

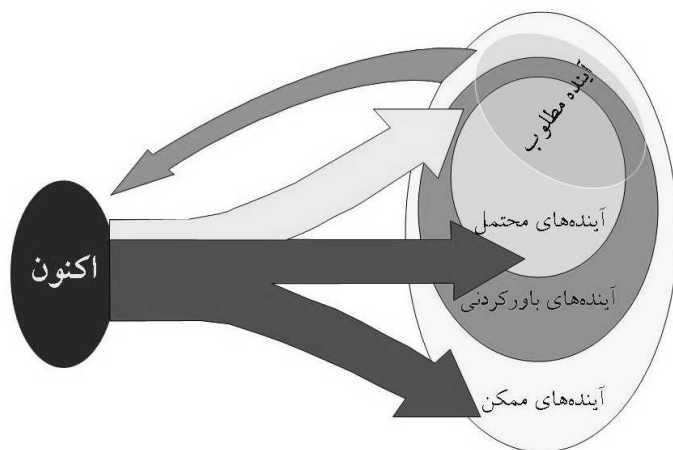
در گذر زمان و با افزایش مطالعات اجتماعی، رویکرد علوم طبیعی در علوم اجتماعی نیز به کار رفت، اما لازم بود تا به عامل مهم دیگر، یعنی ارادهٔ آدمی، نیز توجه شود. ارادهٔ آدمی وجه بارز و تمایز او از دیگر موجودات طبیعی است. گلوله پیش‌بینی‌پذیری بالایی دارد، زیرا از اراده بهره نمی‌برد. به این ترتیب، شناسایی آیندهٔ آدمی از شناسایی آیندهٔ طبیعت متفاوت دانسته شد. اگرچه پیش‌بینی (به عنوان حوزه‌ای علمی) همچنان آموزه‌های تأمل‌پذیر و راه‌گشا دارد، اما به همهٔ حوزه‌ها قابل تعمیم نیست و شناخت علمی آینده بر اساس پیش‌فرض‌های جدیدتری نیز امکان‌پذیر است، پیش‌فرض‌هایی که در آینده‌پژوهی (به عنوان حوزه‌ای علمی) به آنها توجه می‌شود. در این پارادایم نوظهور، تنها یک آینده وجود ندارد و آینده‌های متفاوت و بدیلی هستند که هر یک از اراده‌های متفاوت انسان‌ها و گروه‌های مختلف برآمده‌اند و هر کدام از این آینده‌ها می‌توانند محقق شوند. این امر بعدها یکی از اصول مهم آینده‌پژوهی شد. در پارادایم نوظهور می‌توان به آینده‌های متفاوتی اندیشید که هر یک از احتمالی از وقوع بهره می‌برند. دیدگاه جدید به آینده را با نام آینده‌نگاری می‌شناسند. در این دیدگاه آینده به صورت کامل پیش‌بینی‌شدنی نیست و نمی‌توان آن را به دقت پیش‌نگری کرد، چرا که آینده به دست افراد و گروه‌های مختلف ساخته می‌شود. به این ترتیب ساده‌ترین راه پیش‌بینی آینده، ساختن آن است.

از دیگر تأثیرات پذیرش آینده‌های بدیل آن بود که آینده‌های بدیل، گزینه‌های پیش‌روی دانسته می‌شدند و آدمی یک یا چندی از آنها را برمی‌گزیند و با توسل به ارادهٔ خود برای تحقق آن تلاش می‌کند. به بیانی دیگر، آینده را آدمی می‌سازد. به این ترتیب، فرآیند انتخاب از میان آینده‌های گوناگون به موضوعی حائز اهمیت تبدیل می‌شود و بدین‌سان از میان آینده‌های مختلف، تعدادی از آنها نسبت به بقیه ترجیح می‌یابند.

بر اساس آنچه پیش از این گفته شد، آینده‌ها را می‌توان به چهار دسته زیر تقسیم کرد (Voros,2003):

- آینده‌های ممکن^۱
- آینده‌های باورکردنی^۲
- آینده‌های محتمل^۳
- آینده‌های مرجح^۴ یا مطلوب^۵

در شکل ۲ این دسته‌بندی به صورت نمادین آمده است:



شکل شماره ۲- انواع آینده‌ها

الف- آینده‌های ممکن: شامل همه وضعیت‌های ممکن است که می‌توانند در آینده محقق شوند، هرچند ندانیم هر یک چگونه محقق می‌شود.

ب- آینده‌های باورکردنی: شامل آن دسته از موقعیت‌هایی است که می‌توانند در آینده تحقق

-
- 1- Possible Futures
 - 2- Plausible Futures
 - 3- Probable Futures
 - 4- Preferable Futures
 - 5- Desirable Futures

یابند. به عبارت دیگر، گروهی از آینده‌های متفاوتی که بر اساس دانش فعلی بشر امکان‌ناپذیر نیستند، در این دسته قرار می‌گیرند. بر خلاف آینده‌های ممکن که شامل آینده‌هایی است که متناقض با اصول و دانش فعلی بشری‌اند، آینده‌های باورکردنی منطبق با این اصول هستند.

برای مثال، آینده‌های باورکردنی، مخالف و متناقض با اصول فیزیکی مورد قبول نیستند و مثلاً در این آینده‌ها سرعت هیچ پدیده فیزیکی، بیشتر از سرعت نور نیست. پس در نظر گرفتن آینده‌ای که در آن سرعت پدیده‌ای بیش از سرعت نور باشد، آینده‌ای ممکن است، اما باورکردنی نیست. بدین ترتیب، آینده‌های باورکردنی زیرمجموعه‌ای از آینده‌های ممکن‌اند.

گفتنی است که امکان دارد در این آینده‌ها موردی خلاف دانش امروزی، نباشد، اما چگونگی حادث شدن آن پوشیده باشد. هواپیمایی را فرض کنید که با سرعت بالای ۲۰۰ هزار کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند، اما این که ساز و کار حرکت آن چگونه است، یا آلیاژ بدنه این هواپیما چیست، بر ما پوشیده است. این دسته از آینده‌ها در پاسخ به پرسش چه چیزی می‌تواند تحقق یابد؟ ساخته می‌شوند.

سناریوها آینده‌های باورکردنی‌اند که می‌توانند در آینده محقق شوند و به همین خاطر داستان متفاوتی از آینده را بیان می‌کنند. سناریوها مطلوب یا نامطلوب نیستند، بلکه وضعیتی باورپذیر از آینده‌اند.

ج- آینده‌های محتمل: به آن دسته از آینده‌هایی اشاره می‌کند که احتمالاً تحقق می‌یابند. برای نمونه، ادامه روندهای فعلی از جمله آینده‌هایی است که احتمالاً اتفاق می‌افتد.

برای این نوع از آینده‌ها می‌توان احتمال وقوع مختلف در نظر گرفت؛ چرا که برخی از آینده‌ها از دیگر آینده‌ها محتمل‌ترند. آینده‌هایی که تداوم وضع گذشته و حال هستند، عموماً برای کوتاه‌مدت، آینده‌های محتمل در نظر گرفته می‌شوند، حال آن‌که هرچه افق زمانی آینده‌اندیشی خود را بگسترانیم، از احتمال تحقق آنها کاسته می‌شود، زیرا در بلندمدت بسیاری از روندها به صورت پیوسته فعلی نخواهند بود و شماری از روندهای فعلی محو یا دچار گسست می‌شوند. آینده‌های محتمل زیرمجموعه‌ای از آینده‌های باورکردنی‌اند. در پیش‌نگری (به عنوان حوزه‌ای علمی) بیشترین توجه به آینده‌های محتمل است و تلاش می‌شود تا محتمل‌ترین آینده‌ها شناسایی شوند.

این دسته از آینده‌ها در پاسخ به پرسش چه چیزی احتمالاً تحقق می‌یابد؟ پدید می‌آیند.

د- **آینده‌های مرجح یا مطلوب:** این دسته از آینده‌ها برای مان مطلوب‌اند. برخلاف آینده‌های دیگر (آینده‌های ممکن، آینده‌های باورکردنی و آینده‌های محتمل) که دانش شناختی^۱ هستند، آینده‌های مطلوب از نوع برانگیزاننده^۲ به شمار می‌روند. این آینده‌ها بر آمده از قضاوت‌های ارزشی‌اند و از این رو بیشتر ذهن‌گرا^۳ هستند تا عین‌گرا.

وانگهی، به واسطه آن‌که افراد متفاوت قضاوت‌های ارزشی مختلفی نیز دارند، آینده‌های مرجح برای هر کسی متفاوت است و ممکن است آینده‌ای که برای فرد یا گروهی ارجح است برای دیگران نامطلوب باشد. دستیابی به آینده‌های مرجح نیز وابسته به مشارکت‌کنندگان در ساخت آینده است و هر آینده مرجح تنها برای شرکت‌کنندگان در تدوین آن، آینده‌ای ارجح و برتر از دیگر آینده‌هاست. آینده مرجح غالباً از طریق برگزاری کارگاه‌های هم‌اندیشی و با مشارکت صاحب‌نظران تدوین می‌شود. در مورد آینده‌های مرجح این نکته اهمیت دارد که این آینده یا آینده‌ها برای چه کسانی ارجح است. آینده‌های مرجح برای پاسخ به پرسش تحقق چه چیزی را می‌خواهیم؟ به کار می‌روند.

۲-۲- آینده چگونه ساخته می‌شود؟

بر اساس پیش‌فرض‌های دیدگاه آینده‌نگارانه به جهان، لازم است تا به ساخت آینده دقت شود. برای ساختن آینده ضروری است تا به این پرسش پاسخ داده شود که «آینده چگونه ساخته می‌شود؟». به این ترتیب، آینده‌پژوه تنها ناظری بیرونی نیست که آینده قطعی را می‌بیند، بلکه کسی است که در ساخت آینده‌ای مطلوب‌تر گام برمی‌دارد و می‌تواند مشارکت گروه‌های مختلف را برای ساخت آینده جلب کند و هماهنگ سازد.

جیمز دی‌تور^۴ یکی از آینده‌پژوهان برجسته، آینده را حاصل درهم‌کنش چهار عامل زیر می‌داند (Dator, 1996):

- روندها^۵
- رویدادها^۶

1- Cognitive
2- Emotional
3- Subjective
4- J. Dator
5- Trends
6- Events

- تصاویر^۱
- اقدام‌ها^۲

بی‌تردید، روند و رویداد شناخته‌شده‌ترین واژه‌های آینده‌اندیشی‌اند که بر دو ویژگی آینده تمرکز دارند. روند به پیوستگی تاریخی و زمانی اشاره دارد و آینده ادامه وضعیت فعلی و امتداد روند به شمار می‌رود. بر خلاف روندها، رویدادها بر گسستگی‌های تاریخی تأکید می‌ورزند و آینده نتیجه تغییرات در وضعیت فعلی دانسته می‌شود. به سخن دیگر هریک از این دو مفهوم دو جنبه از آینده را نشان می‌دهند که لازم است آینده‌پژوه به هر دو توجه کند. روند عبارت است از تغییرات منظم داده‌ها یا پدیده‌ها در خلال زمان. روندها از گذشته آغاز می‌شوند و تا آینده ادامه می‌یابند. اما رویداد، برخلاف روند، حاصل یک اتفاق یا حادثه است که به شدت بر روند و به‌طور کلی بر آینده تأثیر می‌گذارد.

تصاویر، حاصل برداشت یا خواست افراد و گروه‌های گوناگون درباره آینده است. تصاویر به صورت‌های مختلف انتشار می‌یابند، از جمله در سخنرانی‌ها، گفت‌وگوها و سناریوهایی که بازیگران تهیه می‌کنند. در نهایت، اقدام، عملی است که بر اساس تصاویر بازیگران از آینده شکل می‌گیرد. در ادامه، درباره هریک از این مفاهیم به اجمال توضیح داده می‌شود.

۲-۲-۱- روندها

روندها در اغلب روش‌های آینده‌پژوهی به کار می‌روند و در بیشتر موارد، نخستین بخش فعالیت آینده‌اندیشی را تشکیل می‌دهند، در عین این‌که روش‌های ساده‌ای برای شناسایی آنها وجود دارد. مفهوم روند از حوزه مباحث مالی به عرصه آینده‌پژوهی وارد شده است. در مباحث مالی، جهت اصلی تغییر قیمت‌ها «روند قیمت» نامیده می‌شود. این جهت‌گیری ممکن است فزاینده یا کاهنده و بلندمدت، کوتاه‌مدت یا میان‌مدت باشد. آلن دیردورف^۳ مفهوم روند را در واژه‌نامه بین‌المللی اقتصاد این‌گونه تعریف کرده است (Deardorff, 2006):

«تعریف بلندمدت یک متغیر اقتصادی، به گونه‌ای که میانگین میزان افزایش یا کاهش آن متغیر، در یک بازه زمانی کافی در نظر گرفته شده باشد تا شامل ادوار تجاری مختلف شود». وی بر این نکته تأکید می‌ورزد که باید تغییرات متغیر مورد نظر، در یک بازه زمانی بلندمدت

1- Images

2- Actions

3- Deardorff

باشد و بلندمدت بودن، بدین معناست که متغیر بتواند شامل ادوار تجاری گوناگون باشد. مثلاً، برای برآورد میزان اشتغال کارگران، تنها یک دوره کاری تابستان را نمی‌توان در نظر گرفت، بلکه دیگر فصول را نیز برای برآورد میزان اشتغال باید مد نظر قرار داد.

انجمن ملی آینده‌اندیشی امریکا^۱ روند را چنین تعریف می‌کند:

«جهت‌دگرگونی عمومی که در آن جهت قیمت‌ها تغییر می‌کند، چه این جهت به سمت بالا، چه به سمت پایین باشد».

در متون آینده‌اندیشی اگرچه واژه روند بسیار مستعمل است و کمتر متنی می‌توان در این حوزه یافت که از این واژه استفاده نکرده باشد، با این حال تعریف دقیقی برای آن در دست نیست. به صورت عمومی روندها نشان‌دهنده «گرایش‌ها و تمایل‌های^۲ عمومی که در تحلیل جهت‌گیری‌های تغییرات متغیرها در طول زمان به کار گرفته می‌شوند» (Schultz, 2005) است. تعریف زیر از جمله موارد دیگری است که در این حوزه ارائه شده است:

- روند هنگامی ظاهر می‌شود که چند پدیده دارای گرایش یا جهت تغییری یکسان باشند.

در نگاهی کلی می‌توان روند را به شکل زیر تعریف کرد:

«تغییرات منظم داده‌ها یا پدیده‌ها در خلال زمان».

مهم‌ترین ویژگی‌های روند عبارت‌اند از:

- روند بیانگر تغییرات دسته‌ای از داده‌ها یا پدیده‌هاست.

- روند بیانگر تغییرات در بازه زمانی خاصی است.

- روندها به ساده‌سازی پیچیدگی در پدیده‌ها می‌پردازند.

واژه «منظم» در تعریف بالا بیانگر آن است که تغییرات داده‌ها را می‌توان بر اساس یک

الگوی ساده‌شده نشان داد. ذکر روند در مورد بسیاری از پدیده‌هایی که بر ساخته اجتماعی هستند،

مشکل است و از این رو، تجربه‌پذیری یا آزمایش تجربی آن را با مشکل مواجه می‌کند. روندها

بر اساس این پیش‌فرض شکل می‌گیرند که تغییرات در جهان دارای پیوستگی تاریخی هستند.

روندها در یک بازه زمانی توصیف‌پذیرند، اما این بازه زمانی، به شدت به موضوع روند و حوزه

دانشی آن وابسته است. البته باید اشاره کرد گردآوری داده‌ها، مرتب‌سازی آنها، یافتن الگوی روند

و تحلیل آن به سادگی امکان‌پذیر نیست و دو موضوع وجود اغتشاش و تعیین نظری الگوی

مناسب مهم‌ترین مشکلات تعیین روند هستند.

1- National Futures Association

2- Inclinations or Tendencies

۲-۲-۲- رویدادها

رویدادها، برخلاف روندها، گسستگی تاریخی را بیان می‌کنند. رویدادها وقایعی‌اند که سبب قطع پیوستگی تاریخی می‌شوند. برای مثال، روند رشد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی^۱ در کشورهای جهان، در سال‌های پس از جنگ سرد به صورت نمایی افزایش یافت. رشد سالانه و فزاینده سرمایه‌گذاری‌های خارجی در آن سال‌ها، فعالان این عرصه و همچنین شرکت‌های چندملیتی را با برآوردهای خوش‌بینانه‌ای به آینده امیدوار می‌کرد. واقعه یازدهم سپتامبر و حمله تروریستی به برج‌های دوقلوی سازمان جهانی تجارت این روند را با گسست روبه‌رو ساخت. از سال ۲۰۰۱ (زمان وقوع این حادثه) تا سال ۲۰۰۵ روند سرمایه‌گذاری‌های خارجی در جهان با کاهش مواجه شد. پس از هشت سال از این رویداد، میزان سرمایه‌گذاری خارجی در سال ۲۰۰۹ حدوداً برابر با میزان سرمایه‌گذاری‌ها در سال ۲۰۰۱ برآورد شده است.

رویدادها ممکن است به دلایل گوناگونی رخ دهند، اما در بسیاری از روش‌های آینده‌پژوهی شناسایی رویدادها از آن جهت اهمیت دارد که بر مواردی تأکید می‌ورزند که متفاوت با وضعیت فعلی و روندهای موجود است و با وقوع آنها، آینده تحت تأثیر قرار می‌گیرد. شگفتی‌سازها^۲ دسته‌ای از رویدادها هستند که احتمال وقوع بسیار کمی دارند، اما با وقوع‌شان آینده به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. ممکن است بسیاری از سناریوها در مورد وقوع یک رویداد یا یک شگفتی‌ساز باشد. مثلاً، وقوع زمین لرزه امسال، احتمال چندانی ندارد، اما در بسیاری از فعالیت‌های برنامه‌ریزی، با نگارش سناریویی درباره رخداد زلزله در سال جاری، تلاش می‌شود وضعیت سازمان، شهر، کشور یا مانند آنها را در آن سناریو شناسایی کرد.

۲-۲-۳- تصاویر

مفهوم تصویر که پیش از جیمز دیتور به کوشش آینده‌پژوه فقید هلندی، فرد پولاک^۳، در کتاب تصویر آینده^۴ معرفی شد (Polak, 1961) به این پرسش مهم پاسخ می‌دهد که: «آیا موفقیت جمعی یک قوم یا تمدن، پیامد تصویری است که آن قوم یا تمدن از آینده دارد یا برعکس، تصویر مثبت یک قوم یا تمدن نتیجه موفقیت جمعی است؟» پولاک پس از بررسی وضعیت اقوام و تمدن‌های تاریخی، مانند قوم یهود و تمدن ایران

1- Foreign Direct Investment (FDI)

2- Wildcards

3- Fred Polak

4- The Image of the Future

باستان، چنین نتیجه می‌گیرد که تصویر مثبت از آینده مقدم و موفقیت تالی آن است. دیتور نیز ضمن تأکید بر درستی این ادعا معتقد است که:

یکی از مأموریت‌های آینده‌پژوهی این است که به مردم کمک کند تا تصویرهای خود را از آینده، شامل ایده‌ها، دغدغه‌ها، امیدها، باورها و علاقه به آینده، محک زنند و شفاف کنند تا کیفیت تصمیم‌هایی که برای آینده می‌گیرند، بهبود یابد.

تصویر، بنا به تعریف پولاک و دیتور چیزی نیست که اکنون به صورت اطلاعات واقعی و صریح وجود دارد، بلکه مؤلفه‌هایی از آینده است که مردم در ذهن خود می‌پرورانند. در نتیجه این تصویرها از جنس چشم‌انداز و هنجاری هستند. تصاویر هم بر اساس امیدها هم بر اساس ترس‌های جامعه ساخته می‌شوند. آرمان‌شهرها^۱ نمونه‌هایی از تصاویری‌اند که امیدها و مطلوب‌های یک جامعه را در وضعیت آرمانی‌اش به تصویر می‌کشند. ویران‌شهرها^۲ که در مقابل آرمان‌شهرها نگارش می‌شوند، نمونه‌هایی از تصاویر ناشی از ترس‌اند. ویران‌شهرها تصاویری از جامعه‌ای هستند که نامطلوب دانسته می‌شوند و ترس جامعه را از وضعیت آینده به نمایش می‌گذارند. هاکسلی^۳، یکی از نویسندگان متقدم ویران‌شهری، با کتاب «دنیای شگفت‌انگیز نو»^۴ تصاویر وحشتناکی از دنیای آینده را پیش روی خوانندگان می‌گذارد (Huxley, 2006).

۲-۲-۴- اقدام‌ها

اقدام، کنش یا آنچه جامعه‌شناسان با نام «کنش اجتماعی» از آن یاد می‌کنند، به هرگونه تصمیم‌گیری و اقدامی اشاره می‌کند که برآمده از تصورات فرد یا سازمان است. اقدام می‌تواند متأثر از عوامل گوناگونی از جمله تصویرهای فرد درباره آینده باشد. به اعتقاد آینده‌پژوهان «تصویرهایی که مردم از آینده در ذهن خود می‌پرورانند و اقدام‌هایی که بر مبنای آنها انجام می‌دهند، شکل‌دهنده وضعیت آینده است (Dator, 1996).

اقدام‌ها از یک‌سو بر شکل‌گیری آینده و در نتیجه، بر کل فرآیند فعالیت آینده‌پژوهی تأثیر می‌گذارند و از سوی دیگر، از دیگر عوامل و نیز از فعالیت‌ها و خروجی‌های آینده‌پژوهی تأثیر می‌پذیرند، چرا که اقدام‌های افراد بر اساس تصاویر ایجاد شده در خصوص آینده شکل می‌گیرد.

1- Utopia

2- Dystopia

3- Huxley

4- Brave New World

وندل بل، آینده‌پژوه برجسته، یکی از اهداف عمده آینده‌پژوهی را «یکپارچگی میان دانش و ارزش‌ها برای طراحی کنش اجتماعی» می‌داند (Bell, 1997). مهم‌ترین نکاتی که دربارهٔ عامل «کنش اجتماعی» می‌توان به آنها اشاره کرد، عبارت‌اند از:

- کنشگر در کنش خود، رفتار دیگران و حضور یا وجود آنها را در نظر دارد (بر اساس تعریف وبر^۱ از کنش اجتماعی). به عبارت دیگر، کنش در هر موقعیت اجتماعی وابسته به حضور یا عدم حضور دیگران است. ادراک آنان از کنش، واکنش آنان و تأثیرات آن بر کنش دیگران، همگی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر کنش هستند.
- کنش دارای ارزش نشانه‌ای (نمادین) برای دیگران و کنش دیگران هم ارزش نمادین برای کنشگر است (بر اساس تعریف وبر از کنش اجتماعی)، این امر به ایجاد ارتباط میان کنشگر و دیگران می‌انجامد و هر دو به صورت متقابل با کنش‌ها و واکنش‌های خود پیام‌هایی را برای یکدیگر می‌فرستند.
- رفتار افراد در یک کنش اجتماعی تحت تأثیر ادراک آنها از معنای کنش دیگران و کنش خودشان قرار دارد (بر اساس تعریف وبر از کنش اجتماعی).
- برخی از این اقدام‌ها، عمده‌اً به قصد اثرگذاری بر آینده صورت می‌گیرند، اما برخی دیگر نه. ولی همهٔ آنها بر آینده تأثیر می‌گذارند (گرچه تاکنون آنچه دلخواه بوده، به ندرت اتفاق افتاده است!) (Dator, 1996). یکی از مهم‌ترین مشکلات پیش روی آینده‌پژوهی، شناسایی کنش‌هایی است که تأثیرات بالقوه و ناخواسته‌ای بر موضوع مورد مطالعه دارند.
- آینده‌پژوهان به دنبال بازشناسی پیامدهای برآوردنشده، غیرعامدانه و شناسایی نشدهٔ کنش‌های اجتماعی هستند (Bell, 1997). از این رو، لازم است تا در مطالعات آینده‌پژوهی، اقدام‌ها و کنش‌های اجتماعی به عنوان یکی از منابع تأثیرگذار و شکل‌دهندهٔ آینده مطالعه شوند.
- دیگر اینکه آینده‌پژوهی در صدد کمک به مردم است تا تصویرها و اقدام‌های خود را از حد کوشش‌های منفعلانه فراتر برده، بکوشند تا آینده را پیش‌بینی کنند، سپس بر پایهٔ این پیش‌بینی‌ها، طرح‌های عملی خود را به پیش ببرند (Dator, 1996). به سخن دیگر، با رویکردی فعالانه در تحقق و شکل‌دهی به آینده مشارکت ورزند.

۲-۳- ابزارهای آینده‌پژوهی

پس از معرفی مؤلفه‌های سازنده آینده، لازم است تا ابزارهایی معرفی شوند که بر اساس‌شان می‌توان آینده‌های باورکردنی و مطلوب را بازشناخت و مشارکت گروه‌های مختلف را برای ساخت آینده‌ای که مطلوب‌ها را به صورت بیشینه و نامطلوب‌ها را به صورت کمینه دارد، هماهنگ ساخت. تفاوت آینده‌پژوهی با دیگر تلاش‌های تاریخی بشر در دستیابی به تصویری از آینده، در روش علمی آن نهفته است. آینده‌پژوهی معرفتی علمی است و از این رو از روش‌گان علمی نیز بهره می‌گیرد. ابزارهای آینده‌پژوهی همان روش‌های علمی‌اند که آدمی با کمک‌شان می‌تواند به شناخت علمی تری از آینده دست یابد. در مورد ابزارهای آینده‌پژوهی توجه به نکات زیر حائز اهمیت است:

- گرچه روش‌های خاص آینده‌پژوهی مانند «دلفی» یا «سناریونگاری» را آینده‌پژوهان ابداع کرده‌اند، اما امروزه از این روش‌ها در دیگر حوزه‌های علوم اجتماعی نیز بهره گرفته می‌شود. به این ترتیب، دلفی دیگر ابزار خاص آینده‌پژوهی نیست و روش علمی عام برای تحقیق نیز دانسته می‌شود.
- از سوی دیگر، سایر روش‌هایی که در دیگر علوم به ویژه، علوم اجتماعی روش‌های تحقیق علمی دانسته می‌شوند، امروزه در آینده‌پژوهی نیز از آنها بهره گرفته می‌شود. برای نمونه، امروزه روش‌های «سری زمانی»^۱، «پیمایش»^۲، «پانل»^۳، «مدل‌سازی»^۴ و «شبیه‌سازی»^۵ نیز در آینده‌پژوهی بسیار به کار می‌روند.
- از آنجا که در رویکردهای هنجاری، آینده مطلوب خلق می‌شود، از همه روش‌های خلاقیت نیز به منزله ابزارهای آینده‌پژوهان استفاده می‌شود.
- افزون بر این، باید اشاره کرد که در اغلب برنامه‌های آینده‌پژوهی تنها یک روش به کار نمی‌رود و تلاش می‌شود تا از ترکیب مناسبی از روش‌ها استفاده شود. به همین دلیل، انتخاب روش‌های مناسب و ترکیب بهینه آنها موضوعی مهم در این حوزه محسوب می‌شود. در این جا مراد از ابزار، هر گونه ابداع یا ترکیب هدفمندی از روش‌های آینده‌پژوهی یا دیگر روش‌های عام تحقیق است. گزینش روش‌ها به عوامل متعددی بستگی دارد که به طور عمده عبارت‌اند از:
 - در دسترس بودن منابع (زمان، منابع مالی، نیروی انسانی، اطلاعات، ...):

1- Time Series

2- Survey

3- Panel

4- Modeling

5- Simulation

- مشارکت‌کنندگان مطلوب (خبرگان، تسهیل‌کنندگان،...);
- مناسب بودن روش برای ترکیب آن با دیگر روش‌ها;
- خروجی‌های مطلوب از برنامه آینده‌نگاری;
- رویکردهای روش‌شناسی، به عنوان نمونه کمی یا کیفی بودن نتایج;
- هنجاری یا اکتشافی بودن برنامه;
- قابلیت روش‌شناسی در سازمان یا دسترسی به قابلیت‌ها;
- مکمل بودن روش‌ها نسبت به هم;
- متناسب بودن با دیگر ویژگی‌های برنامه، مانند افق زمانی، حوزه مورد بحث و ...

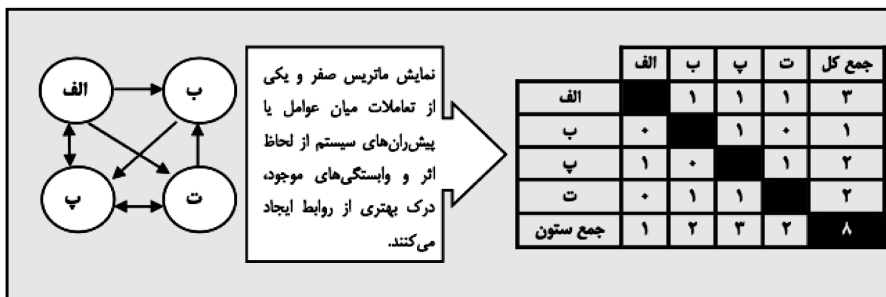
در ادامه، به برخی از مهم‌ترین روش‌های آینده‌پژوهی اشاره می‌شود. به دلیل گستردگی و تنوع بالای روش‌های آینده‌پژوهی، در این کتاب تنها روش‌هایی که در مطالعه به کار رفته‌اند، به اختصار مرور می‌شوند.

الف- روش سناریونگاری: در این روش آینده‌های بدیل و باورکردنی برای هر موضوع در دست مطالعه به صورت روایت‌هایی تشریح می‌شوند. به این ترتیب، هر سناریو داستان یا روایتی از موضوع است که باورکردنی است و خواننده می‌تواند بپذیرد که در آینده محقق می‌شود. سناریوهای خوب ریشه در گذشته دارند و می‌توانند توجیه‌کننده اتفاقات و حوادث گذشته و حال باشند. همچنین، سناریوها چندگانگی تاریخی یک موضوع را نشان می‌دهند. هر سناریویی بر اساس روابط عقلایی، سلسله‌ای از علت‌ها و معلول‌ها را مرتب می‌سازد، به گونه‌ای که بتواند مشروعیت عقلایی را برای روایت مورد نظر ایجاد کند. این روش از زبانی ساده برای انتشار نتایج برخوردار است و در موقعیت‌هایی با عدم قطعیت بیشتر می‌تواند کارکرد اثربخش‌تری داشته باشد. همچنین، در روش سناریونگاری نیازی به مشارکت گسترده خبرگان و صاحب‌نظران نیست، هرچند در صورت تحقق مشارکت کیفیت کار افزایش چشمگیری می‌یابد. کمبود زمان نیز دلیل دیگری برای استفاده از این روش است. برای نگارش سناریو فرایندهای مختلفی وجود دارد که هریک از آنها شامل گام‌ها و مراحل متفاوتی‌اند. مراحل مختلف نگارش سناریوها ناشی از دیدگاه‌های مختلف به سناریونگاری، اهداف مورد نظر، رویکرد مورد استفاده و مشارکت‌کنندگان در فرآیند سناریونگاری است. روش سناریونگاری در فصل‌های آینده، همراه با نمونه‌های موردی، کامل‌تر معرفی شده است.

ب- روش تحلیل آثار برگذر^۱: در این روش، پیش‌فرض این است که مؤلفه‌های سازنده آینده دارای تأثیرات و تأثرات متقابل و متقاطع هستند. به عبارت دیگر، تحقق یک روند ممکن است احتمال تحقق روند دیگر یا رویداد دیگری را افزایش یا کاهش دهد. در این روش تلاش می‌شود تا هر یک از مؤلفه‌ها در تعامل با دیگر مؤلفه‌ها تحلیل شود. روش تحلیل آثار برگذر پاسخی به این انتقاد است که مؤلفه‌های سازنده آینده مستقل از یکدیگر نیستند و برای شناخت آینده لازم است تا کل مؤلفه‌ها با هم و بر اساس درهم‌کنش‌شان تحلیل شوند. استفاده از روش تحلیل آثار برگذر، می‌تواند اطلاعات لازم را برای سناریونگاری و تحلیل عوامل تأثیرگذار بر آینده هر حوزه مهیا سازد. این روش مسائل کیفی را نیز کمی می‌سازد و بدین ترتیب، تحلیل‌ها را ساده‌تر می‌کند و آسان می‌توان مخالفان مطالعات کیفی را متقاعد ساخت. روش تحلیل آثار برگذر مبتنی بر نظریات خبرگان است که نتایج کمی تولید می‌کند، اما به داده‌پردازی آماری پیچیده‌تری نیاز است تا این نتایج حاصل شوند. یکی از کاربردهای اصلی این روش، استفاده از آن در نوشتن سناریوهاست. به زبان ساده، در این رویکرد از خبرگان خواسته می‌شود تا احتمال وقوع رویدادهای (روندها، تصاویر یا اقدام‌ها هم می‌توانند جانشین شوند) گوناگون را برآورد کنند. علاوه بر این، احتمال وقوع هر رویداد (یا هر مؤلفه سازنده آینده) را در صورت وقوع یا عدم وقوع رویدادهای دیگر (یا دیگر مؤلفه‌های سازنده آینده) تخمین بزنند. روش تحلیل آثار برگذر توجه را به زنجیره‌ای از علیت‌ها جلب می‌کند: الف بر ب اثر می‌گذارد، ب بر پ اثر می‌گذارد. بدین ترتیب، ماتریسی از احتمالات شرطی شکل می‌گیرد که می‌تواند موضوع تحلیل ریاضی (از طریق برنامه‌های نرم‌افزاری ویژه) واقع شود تا احتمال‌های وقوع به هر یک از سناریوهای ممکن و منتج از ترکیب رویدادها (یا هر مؤلفه دیگر) را بیان کند. مؤلفه‌ها یا مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها با نام پیش‌ران شناخته می‌شوند. در این روش همه پیش‌ران‌ها در یک ماتریس فهرست‌بندی می‌شوند. شکل ۳ مجموعه‌ای از چهار نیروی پیش‌ران^۲ و روابط متقابل آنها را نمایش می‌دهد. پیکان‌های سمت چپ، وجود تأثیر مستقیم یک پیش‌ران را بر دیگری مشخص می‌کند (برای مثال، پیش‌ران الف، تأثیری مستقیم بر پیش‌ران‌های ب، پ و ت دارد (Popper, 2003).

1 -Cross Impact Analysis

2 -Driving Force



شکل شماره ۳- چهار پیش‌ران و تعاملات داخلی میان آنها

ماتریس‌های دودویی^۱ (مبتنی بر صفر و یک واحد) ویژگی‌های مهمی در زمینه شبکه‌ها و ارزیابی تکامل نظام‌ها هستند. مثلاً در شکل فوق، عدد یک بدین معناست که بین آن زوج از متغیرهای متناظر، ارتباطی از جنس نفوذ^۲، تأثیر^۳، اثر^۴ یا غیره وجود دارد و عدد صفر بدین معناست که هیچ ارتباطی وجود ندارد. برای تشکیل این ماتریس می‌توان بر اساس منطق فازی از طیفی از اعداد برای نشان دادن شدت تأثیرپذیری یا تأثیرگذاری بهره گرفت. عدد هشت در گوشه پایین سمت راست در ماتریس (شکل فوق)، مجموع مسیرها یا ارتباط‌های موجود بین متغیرهای الف، ب، پ و ت را مشخص می‌کند (هشت پیکان را در سمت چپ شکل ملاحظه کنید). حاصل جمع یک ردیف، مجموع تأثیرهای مستقیمی را نشان می‌دهد که یک پیش‌ران خاص بر کل مجموعه اعمال می‌کند (برای مثال، عدد ۳ در انتهای ردیف اول نشان می‌دهد که این پیش‌ران، سه روش مستقیم برای تأثیرگذاری بر دیگر پیش‌ران‌ها دارد). تکامل متغیر (پیش‌ران)‌های تأثیرگذار، بیشترین اثر را بر نظام خواهد داشت. از سوی دیگر، حاصل جمع یک ستون، مجموع وابستگی مستقیم یک پیش‌ران خاص را به کل سیستم نشان می‌دهد (برای مثال، عدد یک در انتهای ستون اول نشان می‌دهد که یک مسیر وجود دارد که از طریق آن سیستم می‌تواند این پیش‌ران را تحت تأثیر مستقیم قرار دهد). متغیر (پیش‌ران)‌های وابسته آن‌هایی هستند که بیشترین حساسیت را به تکامل سیستم دارند. بدین ترتیب، مجموع ارزش‌ها در هر ردیف و ستون یک پیش‌ران، دو شاخص تأثیرگذاری نهایی و وابستگی نهایی را به دست می‌دهد

1- Boolean

2 -Influence

3 -Impact

4 -Effect

که به منظور دسته‌بندی هریک از پیش‌ران‌ها در یک نمودار مختصات کارتزینی مورد استفاده قرار می‌گیرند (UNIDO, 2005a).

ج- روش پانل خبرگان: از این روش به منظور مباحثات عمیق‌تر میان خبرگان استفاده می‌شود. آینده‌نگاری، بر حسب تعریف، فعالیتی استدلالی و مشارکتی است که باید مبتنی بر بهترین شواهد و قضاوت‌های موجود باشد. این شرایط، استفاده از روش پانل را در میان مجموعه روش‌های موجود برای دست‌اندرکاران آینده‌نگاری طبیعی جلوه می‌کند. پانل‌ها نه تنها فرایند آینده‌نگاری را به‌طور بالقوه به روی صدها نفر می‌گشایند، بلکه گردهمایی‌های ایده‌آلی برای مباحثه و بحث‌های عمیق هستند. بدین دلایل، پانل‌ها در بسیاری از فعالیت‌های آینده‌نگاری، هسته فرآیند هستند. اگرچه ادراک رایج نسبت به پانل این است که «پانل‌ها گروهی از افرادند که دور میزی نشسته‌اند»، ولی چنین پانل‌هایی در شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی وجود دارند. هر گروهی غالباً شامل دوازده تا پانزده نفر است که به منظور استفاده از تخصص افراد درباره مسئله‌ای خاص یا مجموعه‌ای از موضوعات، تشکیل می‌شود. در این روش معمولاً متخصصان به‌صورت رو در رو، در جلسات خصوصی و در فواصل منظم زمانی با یکدیگر ملاقات می‌کنند. در طول این مدت متخصصان قضاوت خود را در تفسیر شواهد و مدارک موجود به‌کار می‌گیرند. در برخی موارد برای پانل‌ها وظایف مشخصی تعریف می‌شود، مانند دست یافتن به تعدادی گزاره دلفی در یک دوره زمانی کوتاه‌مدت. مزایای استفاده از پانل در آینده‌نگاری فراوان است و به همین دلیل، در فرایند آینده‌نگاری استفاده گسترده‌ای دارد. برای مثال، این نکته که پانل‌ها می‌توانند دیگر روش‌های آینده‌نگاری را تکمیل کنند، مزیت مهمی برای آنها به شمار می‌آید. در واقع، پانل‌ها برای تولید اطلاعات، تفسیر نتایج و هدایت کلی آینده‌نگاری بسیار ضروری‌اند؛ ضمن این‌که باید از تأثیر آنها بر تعامل عمیق میان گروه‌های خبرگان و نیز شبکه‌سازی میان آنها نیز یاد کرد (UNIDO, 2005b).

د- روش طوفان فکری^۲: این روش به منظور استخراج و شناسایی اندیشه‌های خلاق درباره آینده‌های حوزه مورد مطالعه به کار می‌رود. روش طوفان فکری می‌تواند به مثابه روش مکملی در دیگر روش‌ها، مانند سناریونگاری نیز استفاده شود.

1- Bunch of Guys Sat Around a Table (BOGSAT)

2- Brain Storming

ه- **روش دلفی:** این روش از طریق گردآوری نظریات کارشناسان و متخصصان و با استفاده از پرسش‌نامه و ارسال چندباره آن انجام می‌پذیرد. ایده اصلی در طراحی فرایند دلفی این است که پاسخ‌دهندگان بتوانند دیدگاه‌هایشان را بدون تأثیر پذیرفتن از نظر کسانی که قدرت سخنوری خوبی در جلسات دارند یا افراد مشهور، بیان کنند. در این روش با حذف تأثیر توان سخنوری افراد، همه نظریات و دیدگاه‌ها گرد می‌آیند و پس از تحلیل، به اعضای پرسش‌شونده بازگردانده می‌شوند. مطالعه دلفی شامل گردآوری نظریات کارشناسان در دفعات متعدد از طریق ارسال چندباره پرسش‌نامه است. در واقع، پرسش‌نامه ابزاری است برای ارتباط بین کارشناسان و تأثیر گذاشتن آنها بر یکدیگر. رمز موفقیت روش دلفی در انتخاب شرکت‌کنندگان آن است. از آن‌جا که نتایج دلفی به دانش و تجربه اعضای گروه وابسته است، حضور کسانی که نظریات ارزشمندتری دارند، ضروری است.

روش‌های بالا که به اجمال بررسی شده‌اند، این پرسش را به همراه دارند که «چرا از مجموعه‌ای از روش‌های آینده‌نگاری استفاده شده است؟» پیش از پاسخ به این پرسش، لازم است به تفاوت‌های روش‌های مختلف آینده‌نگاری اشاره شود. روش‌های مختلف آینده‌نگاری را می‌توان بر اساس چهار ویژگی زیر دسته‌بندی کرد و از آن‌جایی که هریک از روش‌ها بر یکی از ویژگی‌ها تمرکز بیشتری دارد، با هم متفاوت‌اند (Popper, 2008):

- **خبره‌محوری^۱:** روش‌هایی در این دسته قرار می‌گیرند که مبتنی بر استفاده از دانش افراد خبره و کارشناس هستند. در این دسته از روش‌ها تلاش می‌شود تا با استخراج دانش ضمنی خبرگان یک حوزه، آینده‌های متصور برای آن حوزه ترسیم و تحلیل شوند.
- **داده‌های واقعی^۲:** روش‌های موجود در این دسته، روش‌هایی‌اند که با اتکا به داده‌ها و اطلاعات موجود و در دسترس انجام می‌پذیرند. به عبارت دیگر، وجود اطلاعات و داده‌ها برای به‌کارگیری این دسته از روش‌ها الزامی است و جزء ورودی‌های این روش‌هاست.
- **تعامل^۳:** این دسته از روش‌ها بر تعامل و حضور شرکت‌کنندگان مبتنی‌اند و فرایند اجرای آنها بر تعامل تکیه دارد. این تعامل می‌تواند بین گروهی متخصص یا شماری از شهروندان برقرار شود. بدین ترتیب جزء لاینفک به‌کارگیری این دسته از روش‌ها، تعامل میان عده‌ای از افراد است.
- **خلاقیت^۴:** این دسته از روش‌ها، روش‌هایی‌اند که خلاقیت شرکت‌کنندگان را افزایش می‌دهند و به دنبال یافتن ایده‌ها، روش‌ها، راه‌حل‌ها و مانند آنها هستند. فرایند این دسته از روش‌ها

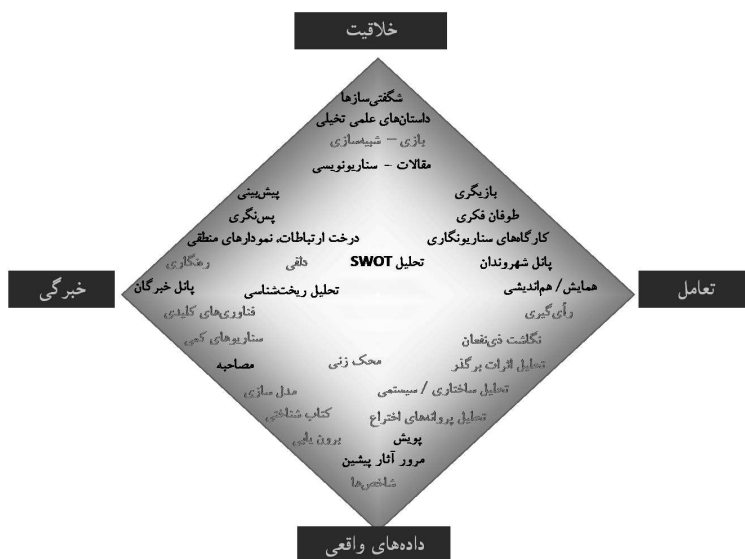
1-Expertise

2-Real Data

3-Interaction

4-Creativity

به گونه‌ای طراحی شده است تا میزان خلاقیت مشارکت‌کنندگان را به بالاترین سطح ممکن برساند. در شکل ۴ روش‌های مختلف مورد استفاده در آینده‌نگاری بر اساس میزان نزدیکی و دوری با هریک از چهار جنبه یادشده، آمده است.



شکل شماره ۴- تقسیم‌بندی روش‌های مختلف بر اساس چهار ویژگی اصلی

گفتنی است که با توجه به ماهیت هرکدام از روش‌ها و شرایط پیش روی پژوهش، هریک از روش‌ها به گونه‌ای همه ابعاد چهارگانه خلاقیت، تعامل، خبرگی و داده‌های واقعی را تحت تأثیر قرار داده، از آنها بهره می‌برد، اما تأکید آن بر یک جنبه، بیش از دیگر جنبه‌هاست. در هر فعالیت آینده‌نگاری باید از مجموعه‌ای از روش‌ها بهره گرفت تا هر چهار جنبه اصلی مطالعه پوشش داده شود. همچنین، لازم است از روش‌های مختلف کمی، کیفی یا نیمه‌کمی استفاده متعادل شود تا در مطالعه تنها بر داده‌های کمی یا فضاوت‌های کیفی تکیه نشود. از همین رو، در مطالعه آینده‌نگاری پیش رو از مجموعه‌ای از روش‌های مختلف بهره گرفته شده است. مطالعه آینده‌نگاری‌ها و آینده‌پژوهی‌های مختلف در جهان نشان‌دهنده آن است که برخی از

روش‌ها بیش از دیگران علاقه آینده‌پژوهان را جلب کرده‌اند. وانگهی، مطالعات مختلف بر حسب قلمرو مورد استفاده نیز متفاوت‌اند. مطالعات آینده‌پژوهی که در عرصه ملی انجام می‌شود، و مطالعاتی که در سطح یک منطقه فروملی صورت می‌گیرد، هرکدام نیازمند ابزارهای مختلفی‌اند. برای نمونه، در مطالعه‌ای که در اتحادیه اروپا انجام گرفته است، میزان استفاده از روش‌های مختلف در کشورهای گوناگون ارزیابی شده است. در شکل ۵ میزان استفاده از روش‌های مختلف بر حسب توزیع آنها در فعالیت‌های ملی^۱، فروملی^۲، فرامرزی^۳، فراملی^۴ و فرااروپایی^۵ آمده است (EFMN, 2007).

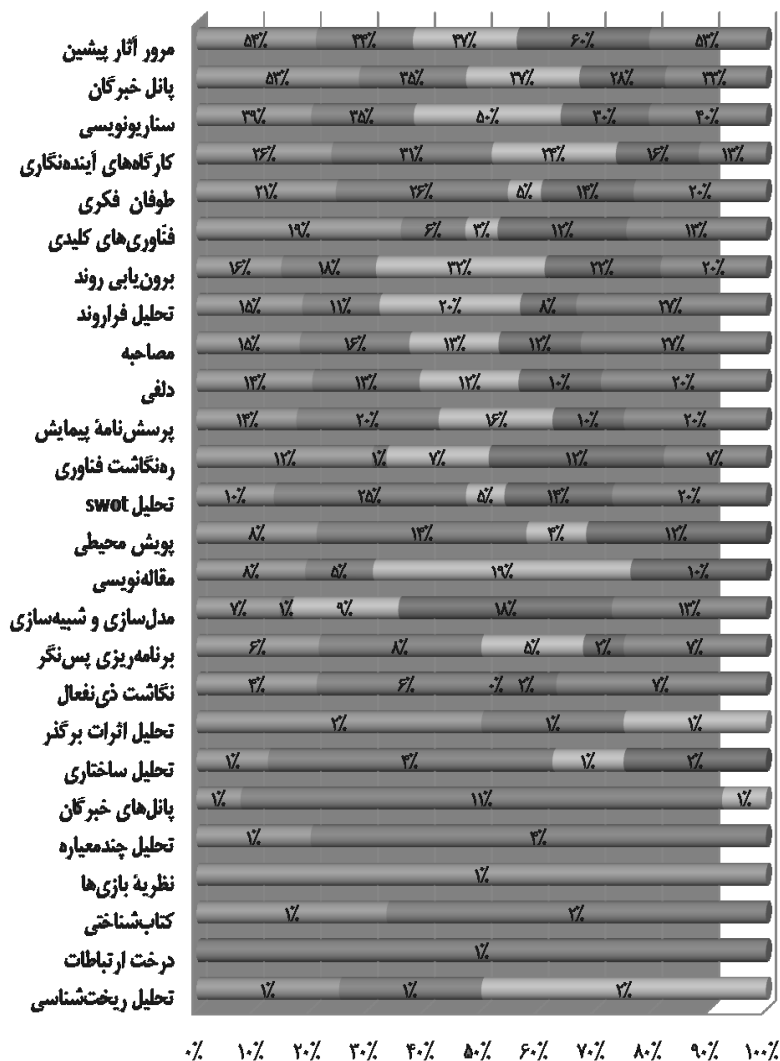
1- National

2- Sub-National

3- Transborder

4- Supra-National

5- Trans-Europe



فراروایی (۱۵) ■ فراملی (۵۰) ■ فرامرزی (۷۵) ■ فروملی (۸۰) ■ ملی (۵۰۰)

شکل شماره ۵- میزان استفاده از روش‌های مختلف بر حسب قلمرو جغرافیایی مطالعه

۳ روشگان سناریونگاری

۳-۱- مقدمه

سناریونگاری پس از بحران نفتی دهه ۱۹۷۰ میلادی و با درک پیچیده‌تر شدن جهان و از بین رفتن قطعیت‌ها، عمومیت بیشتری یافته است. در واقع، پس از بحران انرژی در سال ۱۹۷۳ و در پی استفاده موفقیت‌آمیز شرکت نفتی شل^۱ از روش سناریونگاری که این شرکت را قادر به پاسخ‌گویی مؤثری به این بحران ساخت، از این روش استقبال گسترده‌ای شد. استفاده روزافزون از این روش بدین دلیل است که سناریوها، پیچیدگی‌های جهان واقعی را در نظر می‌گیرند و بینش‌های جایگزین درباره آینده را با ترتیبی منطقی از رویدادها بازنمایی می‌کنند. در مجموع، سناریوها تصاویر آینده‌هایی باورپذیرند که ترتیب منطقی رویدادها را نشان می‌دهند. کاربرد سناریوها متنوع است؛ سناریوها می‌توانند به عنوان اطلاعاتی (دروندهایی) باشند که بر اساس آنها بحث‌های پانل‌ها صورت می‌پذیرد. همچنین، می‌توان سناریوها را به مثابه ابزارهایی برای تنظیم مباحثات پانل‌ها به کار گرفت یا شیوه‌ای برای عرضه نتایج (ناظمی و قدیری، ۱۳۸۵).

سناریونگاری به طور مشخص به منظور پرداختن به چندگانگی و پیش‌بینی‌ناپذیر بودن آینده طراحی شده است. مزیت این روش، توانایی شناخت آینده‌های درازمدت بسیار متفاوت با امروز و همچنین سناریوسازی برای انتخاب راهبردهایی بر پایه این شناخت است.

1- Shell (Petroleum Co.)

سناریونگاران از طریق فرایندهای گروهی و مشارکتی، داستان‌هایی درباره آینده درازمدت می‌آفرینند. به جای یک داستان منفرد، سناریونگاران مجموعه‌ای از داستان‌های مکمل و در عین حال کاملاً متفاوت تهیه می‌کنند. یک سبد از سناریوها، دامنه‌ای از آینده‌های باورکردنی و مرتبط با تصمیم‌های فراوری طراحان را پوشش می‌دهد. از لحاظ مفهومی، وجود سبدهای از سناریوها بازتاب این حقیقت بنیادی است که گذشته و حال بر آینده تأثیر می‌گذارند، اما لزوماً تعیین‌کننده آینده نیستند. البته در زبان عام واژه «سناریو» معنای اضافی سلسله‌ای معقول از رویدادهای آینده را به ذهن متبادر می‌کند. اما در برنامه‌ریزی مدرن بر پایه سناریوها، سناریوی منفرد به یک نیمکتی تک‌پایه می‌ماند که نمی‌توان بر آن نشست. در واقع، هر سناریو فقط به‌عنوان جزئی از کل می‌تواند سودمند باشد. این کل باید دامنه‌ای گسترده از آینده‌های باورکردنی را بپوشاند.

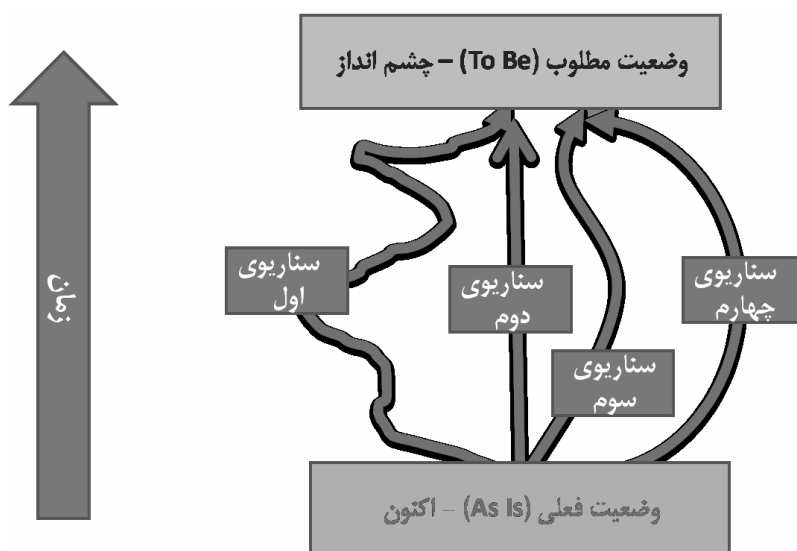
در عمل، هنگام سناریونگاری شمار اندکی (معمولاً سه تا چهار) داستان خودسازگار و بدیل درباره آینده ارائه می‌شود. در برخی از موارد، به‌ویژه آنهایی که علاوه بر داستان‌پردازی‌های مفصل، از مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای هم استفاده می‌کنند، محاسباتی مربوط به چندین حالت خاص نیز انجام می‌شود. اما درنهایت همه این حالت‌ها به شمار اندکی داستان تقلیل می‌یابند. هر سناریو باید از لحاظ منطقی خودسازگار باشد. به بیان دیگر، هر رویداد معقولی باید به‌صورت منطقی وابسته به رویدادهای پیش از خود باشد. چه بسا برخی از سناریوهای مشخص، بعید یا نامطلوب تشخیص داده شوند، اما هیچ‌کس نباید قادر به اثبات ناممکن بودن یک سناریو باشد. سناریوها به منزله یک مجموعه، باید مورد پذیرش همه افراد درگیر باشند (علیزاده، وحیدی مطلق و ناظمی، ۱۳۸۷).

سابقه استفاده از سناریوها بسیار قدیم‌تر از آینده‌نگاری است، اما امروزه سناریوها جزئی از فرایند آینده‌نگاری شناخته می‌شوند که به کمک آنها افراد به تبادل بینش‌هایشان می‌پردازند و در نتیجه، ارتباطات درون‌شبکه‌ای تعمیق می‌یابد یا برون‌داد (محصول) فرایند آینده‌نگاری که به مخاطبان عرضه می‌گردد، در نظر گرفته می‌شوند.

پیشینه کارکرد واژه سناریو به دهه ۱۹۴۰ میلادی می‌رسد. البته هرچند در آن زمان این واژه در حوزه علوم سیاسی به کار می‌رفت، اما روشی نظام‌مند دانسته نمی‌شد. سناریو دقیقاً همانند مفهوم فیلمنامه در سینما یا نمایشنامه در تئاتر است. سناریوها بدین دلیل به کار می‌روند که داستانی را به صورت کاملاً قابل درک، تصویرسازی می‌کنند. سناریو، نگاهی از دریچه و منظری خاص به آینده است که در آن، داستان دارای سازگاری منطقی است و اتفاقاتی خارج از عقلانیت در آن رخ نمی‌دهد.

در مبحث سناریونگاری می‌توان روایت‌های آینده‌های باورکردنی متعدد را که یک دولت،

سازمان یا یک شرکت احتمالاً با آنها مواجه خواهد شد، تعریف کرد. سناریوها به صورت نموداری و به گونه پویا و متحرک، جریان تحول و پیدایی دنیای آینده را نمایش می‌دهند. سناریوها موجب تمرکز توجه بر نقاط انشعاب مسیر آینده و رویدادهای بالقوه آن می‌شوند. به کمک تصمیم‌گیری برپایه آینده‌های بدیل و آزمون راهبردهای پیشنهادی در موقعیت‌های مختلفی که سناریوها معرفی می‌کنند، برای مواجهه با عدم قطعیت‌های آینده، آمادگی بیشتری کسب می‌کنیم. در شکل زیر تلاش شده است تا مفهوم سناریو و کاربرد آن در برنامه‌ریزی‌ها مشخص شود.



شکل شماره ۶- جایگاه سناریوها در برنامه‌ریزی‌ها

سناریوها وضع‌های متفاوتی از آینده هستند که در هریک از این وضع‌ها برنامه‌ریزان می‌کوشند تا به اهداف و آینده مطلوب مورد نظر خود دست یابند. همان‌گونه که در تصویر نیز آمده است، سناریوها مانند گذرگاه‌های مختلفی به سوی آینده هستند که هریک از گذرگاه‌ها باورپذیرند و احتمال تحقق دارند. به این ترتیب، هر سناریویی داستان خاصی از حرکت از وضع فعلی به سوی وضع مطلوب است. افزون بر این، برنامه‌ریز، کنترلی برای تحقق یک سناریو یا عدم تحقق سناریوی دیگر ندارد. به همین دلیل، ناگزیر است تا به وضع‌های مختلفی از آینده که

باورکردنی‌اند، توجه بورزد. بر این اساس، سناریوها فراتر از گزینه‌های پیش روی یک تصمیم‌گیر هستند، چرا که تحقق یا عدم تحقق سناریو کاملاً وابسته به تصمیمات تصمیم‌گیر نیست و مجموعه‌ای از عوامل درونی و بیرونی با هم تحقق سناریو را تعیین می‌کنند. برای نمونه، زمانی که تصمیم‌گیر (این تصمیم‌گیر ممکن است بنگاه بزرگ و فعالی در سنت زیست‌فناوری باشد) در مورد این که در سال‌های آینده در این حوزه حقوق مالکیت فکری در سطح جهانی رعایت می‌شود یا نه، سناریو می‌نویسد. این تصمیم‌گیر در فعالیت خود با چالش‌هایی روبرو خواهد بود:

- نمی‌توان با قطعیت در مورد این که آینده چگونه است، اظهار نظر کرد. شواهد و دلایل متنوعی برای رعایت حقوق مالکیت فکری در سطح جهانی در سال‌های آینده وجود دارد و دلایلی و شواهد متناظر دیگری در دست است که نشان می‌دهد در سال‌های آینده همچنان برخی از کشورها به این قانون پایبند نخواهند بود.

- آینده‌آبستن دوغانگی است و این انشعاب تاریخی ممکن است در سال‌های پیش رو اتفاق بیفتد. به عبارت ساده‌تر، اکنون نمی‌توان با قطعیت درخصوص هر یک از دو حالت اظهار نظر کرد و ممکن است در سال‌های آینده یکی از این دو بر دیگری تفوق کامل بیابد.

- تصمیم‌گیرنده نمی‌تواند یکی از این دو حالت را برای تحقق برگزیند. به گفته دیگر، هرچند تصمیم‌گیر یک شرکت بزرگ صنعت زیست‌فناوری یا یک کشور قدرتمند باشد، به دلیل بازیگران متنوع و گسترده، هیچ‌گاه تنها یک بازیگر یا تصمیم‌گیر نمی‌تواند در خصوص تحقق یا عدم تحقق یکی از این دو حالت دوغانه، تصمیم بگیرد و بر اساس آن برنامه‌ریزی کند؛ یعنی این بازیگر به تنهایی نمی‌تواند بر روندهایی همچون جهانی شدن یا ملی‌گرایی که می‌توانند تعیین کنند دنیا به سمت رعایت حقوق مالکیت فکری در سطح جهانی پیش می‌رود یا اینکه این قانون تنها در سطح ملی یا در نهایت منطقه‌ای رعایت خواهد شد، تاثیر بگذارد.

- تحقق یا عدم تحقق هریک از این دو حالت وابسته به مجموعه‌ای از عوامل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، زیست‌محیطی و فناورانه است. به این ترتیب، تحقق سناریوها می‌تواند ناشی از عوامل متفاوتی باشد که بیش از آن که درونی باشند، بیرونی بوده و نیازمند دیدگاهی توسعه‌یافته و کلان‌نگر هستند.

- هیچ‌یک از این دو سناریو به صورت کامل مطلوب یا نامطلوب نیست؛ گرچه ممکن است یکی از این دو حالت برای بنگاهی خاص یا یک گروهی خاص، مطلوب‌تر از دیگری باشد، اجماعی میان بازیگران مختلف صنعت زیست‌فناوری برای مطلوب بودن یکی نسبت به دیگری وجود ندارد. به بیان دیگر، هریک از دو حالت طرفدارانی دارند که آن وضعیت را مطلوب‌تر از وضعیت دیگر می‌دانند.

به این ترتیب، هریک از دو حالت می‌تواند سناریوهای نمونه‌ای برای آینده صنعت زیست‌فناوری باشد؛ گو این‌که زمانی یک مجموعه از سناریوها صحیح هستند که علاوه بر ویژگی‌های بالا، دارای مهم‌ترین تأثیرات بر موضوع تصمیم نیز باشند.

تعاریف متعدد و متفاوتی درباره سناریو و سناریونگاری وجود دارد. مهم‌ترین تعاریف این مفهوم به شرح زیرند:

- سناریو دیدگاهی است دارای سازگاری درونی و محتوایی با آنچه در آینده ممکن است رخ دهد (Porter, 1985).

- سناریو ابزاری برای نظم‌دهی به ادراک فرد درباره محیط‌های بدیل آینده است که تصمیم‌های فرد در آن محیط‌ها گرفته خواهد شد (Schwartz, 1991).

- سناریو بخشی از برنامه‌ریزی راهبردی است که همچون ابزاری برای مدیریت عدم قطعیت آینده استفاده می‌شود (Ringland, 1998).

- سناریو توصیف موقعیت‌های آینده و رویدادهای ممکن در آن موقعیت‌هاست، به گونه‌ای که شخص بتواند از موقعیت کنونی خود به سوی آینده‌های بدیل حرکت کند. سناریوها شیوه‌ای هستند که نتایج پیش‌بینی‌ها را به صورتی منسجم و متقاعدکننده ارائه می‌دهند (Godet and Roubelat, 1996).

- سناریو روایتی از وضعیت‌ها، امور یا پیشرفت‌های ممکن در گستره زمان آینده است.
- سناریوها به مدیران برای ساختاردهی به عدم قطعیت‌های آینده کمک می‌کنند (Wack, 1985).

با توجه به این تعاریف، سناریونگاری روشی برای بهبود تصمیم‌گیری در برابر آینده‌های ممکن و محتمل است. تمرکز اصلی سناریونگاری بر چگونگی توسعه محیط فعالیت بیرونی سازمان با توجه به محیط درونی آن در آینده است. همچنین، درک دیگری از سناریونگاری در بین آینده‌پژوهان مبنی بر این نکته وجود دارد که سازمان ممکن است گستره وسیعی از سناریوها را در بازه زمانی آینده توسعه دهد که در این سناریوها نوعی مفهوم بخشی به عوامل غیرمرتبط در محیط فعالیت بیرونی سازمان ایجاد می‌شود و طرز رفتار و واکنش سازمان را در برابر عدم قطعیت‌های هر بحران مشخص می‌سازد (List, 2005). سناریونگاری روشی منظم و منضبط است که از آن برای کشف نیروهای پیش‌ران کلیدی در بافت تغییرات شتابان، پیچیدگی‌های فوق‌العاده و عدم قطعیت‌های متعدد استفاده می‌شود. با این روش، رهبران و مدیران با نگاه به رویدادهای غیرمنتظره در آینده و درک عمیق پیامدهای احتمالی آنها، چندین روایت متمایز را درباره آینده‌های ممکن کشف و تعریف می‌کنند. این سناریوها ابزاری برای نظم بخشیدن به

بیش‌ها و استنباط‌های رهبران و مدیران هستند.

مقصود از تعریف سناریو انتخاب فقط یک آینده مطلوب و آرزوی به حقیقت پیوستن آن یا یافتن محتمل‌ترین آینده و تلاش در تطابق یافتن با آن نیست، بلکه قصد اصلی سناریونگاری اخذ تصمیم‌های راهبردی است که برای همه آینده‌های باورکردنی به اندازه کافی خردمندانه و استوار باشند.

اگر هنگام تدوین سناریوها به اندازه کافی اندیشه شود، آن‌گاه اصلاً مهم نیست که در آینده چه خواهد شد، زیرا دولت، یا سازمان در مقابل هر اتفاقی آماده است و می‌تواند بر مسیر اتفاقات آینده تأثیر بگذارد. افزون بر این، در سناریونگاری تلاش می‌شود تا بر اساس فهم دلالت‌های انتخاب‌های امروز، راه‌های اثرگذاری بر پیامدهای آتی این انتخاب‌ها در آینده کشف شوند. سناریونگاری در واقع روشی است برای کمک به رهبران و مدیران، هنگام تفکر درباره آینده یا به بیان بهتر، آینده‌های بدیل. به کمک سناریونگاری عدم قطعیت‌های بحرانی، یعنی رویدادهایی که شاید در آینده سبب دگرگونی و تحول اساسی دولت، سازمان و کسب و کار شوند، در کانون توجه رهبران و مدیران قرار می‌گیرد. این روش برای شناخت و آگاهی از محدودیت‌های ادراکی - شناختی رهبران و مدیران هنگام شناخت محیط پیرامونی، تفکر درباره آینده‌های بدیل و سرانجام تصمیم‌گیری راهبردی سودمند واقع می‌شود.

۳-۲- فرآیند سناریونگاری (سناریوهای ۲×۲)

سناریوها در مکاتب مختلف به صورت‌های متفاوتی تهیه می‌شوند. در هر مکتب سناریونگاری، بر گام‌های ویژه‌ای در تولید سناریوها تأکید می‌شود. اما در معروف‌ترین مدل سناریونویسی که با نام سناریوهای دو در دو (۲×۲) شناخته می‌شوند، هر سناریو از تقاطع دو یا سه نیروی پیش‌ران دارای عدم قطعیت بالا (که با نام عدم قطعیت‌های بحرانی^۱ شناخته می‌شوند) ساخته می‌شود. به این ترتیب لازم است تا ابتدا پیش‌ران‌ها شناسایی شوند.

پیش‌ران‌ها، نیروهایی هستند که آینده جهان را می‌سازند. این نیروها مستقل از مسئله، موضوع یا سازمانی هستند که بر آن تأثیر می‌گذارند. به بیان دیگر، نیروهای پیش‌ران بر حوزه‌های دیگر تأثیر غیرمستقیم می‌گذارند. مثلاً ممکن است امنیت یک پیش‌ران عمده در تولید نرم‌افزار باشد، حال آن‌که موضوع امنیت مسئله یا موضوعی کلان است که نه تنها بر نرم‌افزار، بلکه بر دیگر

حوزه‌ها نیز تأثیرگذار است و از سوی دیگر، موضوعی است که غیرمستقیم بر حوزه نرم‌افزار تأثیر می‌گذارد.

آن دسته از کلان‌روندهای متعلق به محیط کلان فعالیت (یعنی مجموعه روندهای منفرد که به صورت خوشه در آمده‌اند) که در پشت عوامل کلیدی شناسایی شده در محیط خرد، قرار دارند و به واسطه اثرگذاری بر وضعیت نهایی عوامل کلیدی، بر موضوع یا تصمیم سناریونگاری تأثیر غیرمستقیم می‌گذارند، نیروهای پیشران نامیده می‌شوند. نیروهای پیشران در دوره‌های کوتاه‌مدت کمتر دچار تغییر می‌شوند و همانند روندهای منفرد، تعریف خاص و شرح متمرکز ندارند (Schwartz, 1991).

البته برخی از این نیروهای پیشران، از پیش مشخص^۱ هستند (مانند نیروی پیشران جمعیت‌شناختی مبنی بر سال‌خوردگی جوامع غربی و مهاجرت از کشورهای در حال توسعه به توسعه‌یافته) و بعضی با عدم قطعیت همراهاند (مانند این موضوع که جهت‌گیری افکار عمومی و سلیقه خرید مردم در قبال محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی مثبت یا منفی خواهد بود). عدم قطعیت به وضعیت‌هایی از آینده اشاره دارد که ممکن است محقق شوند یا نشوند و در مورد آن موضوع نمی‌توان اظهار نظر دقیق و معینی کرد. برای مثال، در خصوص آینده می‌توان با احتمال بالایی پیش‌بینی کرد که شمار باسوادان افزایش می‌یابد یا آن‌که درصد دانش‌آموختگان دانشگاهی بیشتر می‌شود؛ اما درباره آینده برخی از مسائل نمی‌توان وضع معینی را به‌دقت پیش‌بینی کرد. مثلاً جهانی شدن^۲ نمونه‌ای از پیشران‌های تاریخی است که شواهد بسیاری آن را تقویت می‌کند، در حالی که در مقابل این اندیشه، افزایش ملی‌گرایی^۳ و منطقه‌گرایی^۴ نیز با رویدادها و شواهدی تقویت می‌شود. بنابراین، می‌توان حالت‌های دوگانه‌ای را به صورت طیفی نظر گرفت که در یک سر آن جهانی شدن و در سوی دیگر آن منطقه‌گرایی/ ملی‌گرایی قرار دارد. هریک از این دو حالت طرفداران و دلایل توجیه‌کننده خاص خود را دارند و نمی‌توان به یقین گفت که در آینده کدام‌یک از این دو حالت به‌وقوع می‌پیوندد. بدین ترتیب، می‌توان گفت که عدم قطعیت‌های آینده، دوگانه‌ها یا چندگانه‌هایی‌اند که در مورد آینده پدیده‌ای خاص بیان می‌شوند و هریک از این وضعیت‌ها می‌توانند آینده موضوع در دست بررسی را تحت تأثیر قرار دهند.

پیشران‌های دارای عدم قطعیت را اغلب می‌توان به صورت دوگانه‌ای از دو وضعیت

1- Predetermined

2- Globalization

3- Nationalism

4- Regionalism

متفاوت دانست. برای نمونه، عدم قطعیت مربوط به جهت‌گیری افکار عمومی را در مورد مصرف محصولات دستکاری‌شده ژنتیکی، می‌توان در دو گانه زیر دسته‌بندی کرد:

- حالت ۱: استقبال شدید مردم از محصولات دستکاری‌شده ژنتیکی به دلیل بهای مناسب‌تر و سلامت یا کیفیت مطلوب‌تر این نوع از محصولات.
 - حالت ۲: مخالفت شدید عمومی و عدم استقبال از مصرف این نوع از محصولات به دلیل آسیب‌های زیست‌محیطی یا سلامت.
- عدم قطعیت فوق دارای دو حالت است. به همین دلیل، هریک از دو حالت ممکن است در آینده تحقق یابد.

به منظور سناریوسازی لازم است تا فهرستی از پیش‌ران‌های دارای عدم قطعیت شناسایی شوند. سپس از میان مجموعه پیش‌ران‌های دارای عدم قطعیت، دو یا سه موضوعی که دارای ویژگی‌های زیر باشند، انتخاب می‌شوند:

- پیش‌ران انتخاب‌شده دارای عدم قطعیت شدید باشد: به این معنا که شواهد و دلایل محکمی برای تحقق هریک از دو وضعیت دارای عدم قطعیت در دست باشد، به گونه‌ای که نتوان تحقق یکی از دو وضعیت را با احتمال بالایی قطعی دانست.
- پیش‌ران‌های انتخاب‌شده دارای تأثیرات شدید بر موضوع مورد بررسی هستند. به سخن دیگر پیش‌ران‌های انتخاب‌شده به شدت بر شکل‌دهی آینده موضوع تأثیر گذارند.
- پس از انتخاب پیش‌ران‌های اصلی، تقاطع دو پیش‌ران منتخب، سناریوها را شکل می‌دهد. در شکل ۷ سناریوهای نمونه بر اساس تقاطع دو پیش‌ران دارای عدم قطعیت و اهمیت آمده است. این دو عدم قطعیت عبارت‌اند از (Pinnegar et al, 2006):

- تمرکز جهانی در مقابل تمرکز منطقه‌ای^۱

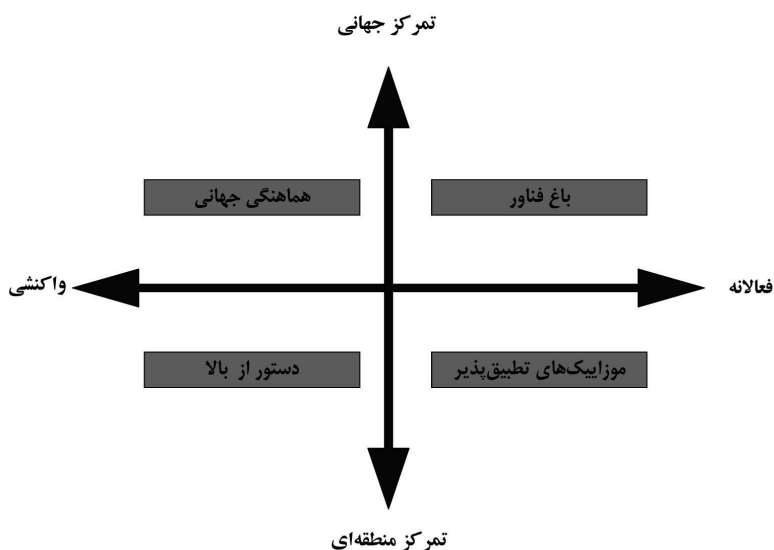
- سیاست فعالانه در مقابل سیاست واکنشی^۲

تقاطع میان این دو پیش‌ران تشکیل‌دهنده چهار سناریوی متفاوت است. این سناریوها در خصوص بررسی عواقب تغییرات زیست‌بوم برای رفاه بشر، نگارش شده‌اند^۳. بنابراین، «عدم قطعیت‌های بحرانی» تأثیرگذار بر موضوع این دو مورد بوده‌اند.

1- Globally Concerned - Regional Focus

2- Proactive - Reactive

۳- عنوان این پروژه Millennium Ecosystem Assessment است که گزارش آن در سال ۲۰۰۴ به کوشش سازمان ملل متحد منتشر شد.



شکل شماره ۷- نمونه‌ای از سناریوها درباره موضوعی زیست‌محیطی

در این سناریوها آینده رفاه بشر در پرتو تغییرات زیست‌بومی و گزینه‌های پاسخگویی به این تغییرات، بررسی شده است. هریک از چهار ناحیه‌ای که از تقاطع این دو محور پدید آمده‌اند، یکی از سناریوهای آینده را نشان می‌دهند. هرکدام از سناریوها با یک عنوان شناخته می‌شوند، که در ادامه به اجمال معرفی می‌شوند.

- سناریوی هماهنگی جهانی^۱، اعتقاد بسیاری به این امر است که رفاه اقتصادی و اجتماعی، در بلندمدت، وضعیت بوم‌شناختی را بهبود خواهد بخشید. اصل مهم این سناریو این است که ترکیبی از بازارها که با سیاست‌های تقویت‌کننده حکمرانی خوب و برابری یکی شده‌اند، سرانجام راه حل‌های مناسبی برای مشکلات جامعه فراهم می‌آورند.

- در سناریوی باغ فناوری^۲، فناوری و اصلاحات نهادی بازارمحور، به منظور دستیابی به راه حل‌هایی برای مشکلات زیست‌محیطی، به کار می‌روند. پیشرفت‌های فناورانه، که تأثیرات

1- Global Orchestration

2- Techno-Garden

زیست‌محیطی بر کالاها و خدمات را کاهش می‌دهند، با پیشرفت‌های مهندسی زیست‌بوم همسو شده و تولید خدمات بوم‌شناختی را بهینه می‌کنند.

- در سناریوی سوم، یعنی دستور از بالا، جهان به طور فزاینده‌ای بخش‌بندی می‌شود که این امر نتیجه تغییر توجه دولت‌ها و سپس کسب‌وکارها و شهروندان به درون در پاسخ به تهدیدات ناشی از تروریسم جهانی و شکست همکاری‌های جهانی خواهد بود. آنها به دنبال منافع خود خواهند بود تا بهتر با ناامنی اقتصادی مقابله کنند.

- در سناریوی موزاییک‌های تطبیق‌پذیر^۲، یک موزاییک غنی از اعمال راهبردهای محلی برای مدیریت زیست‌بوم و خدمات زیست‌بوم ظهور خواهد کرد، اما سرانجام تمرکز بر حکمرانی محلی، منجر به شکست در مدیریت مسائل مشترک جهانی می‌شود.

همان‌گونه که در مثال مشاهده شد، هریک از سناریوها وضعیت‌هایی بدیل از آینده را معرفی می‌کنند که در هر سناریو به سیاست‌ها، مفاهیم و موضوعات مختلفی توجه شده است.

بر این اساس برای نگارش هر سناریو لازم است تا مهم‌ترین عواملی که هم‌زمان دارای بیشترین عدم قطعیت‌ها و تأثیرات هستند، شناسایی شوند و سپس با تقاطع آنها سناریوهای مناسب تهیه شوند.

در ادامه کتاب به عنوان موردکاوی در خصوص سناریونگاری در بخش زیست‌فناوری، یک فعالیت سناریونگاری مرور شده است. در این موردکاوی، که سناریوهای زیست‌فناوری تا سال ۲۰۳۰ نام دارد هدف، مطالعه عمیق‌تر زیست‌فناوری و کسب بصیرت لازم درباره آینده آن و همچنین تحلیل مخاطرات علمی-تکنیکی موجود در سر راه این فناوری است.

1- Order from Strength

2- Adapting Mosaic

۴-۱- سناریونگاری حوزه زیست فناوری در هلند

هدف از این پروژه آینده پژوهی، مطالعه ژرف تر زیست فناوری و کسب بصیرت لازم درباره آینده آن و همچنین، تحلیل مخاطرات علمی- فنی موجود بر سر راه این فناوری است. تسهیل بحث و گفت وگوهای موجود در بین اعضای جامعه و محققان نیز از اهداف جانبی این پروژه به شمار می رود.

۴-۱-۱- پیش زمینه

حامی و اجراکننده اصلی این پروژه، کمیسیون تحقیق در زمینه اصلاح ژنتیکی در هلند است که مسئولیت ارایه مشاوره در زمینه مخاطرات بالقوه فناوری اصلاح ژنتیکی بر روی سلامتی انسان و محیط زیست است. این کمیسیون برای این که بتواند وظیفه مشاوره دهی را به بهترین شکل انجام دهد، نیازمند داشتن درک و فهم گسترده ای از عوامل بنیادین و مؤثر بر علوم مربوط به زیست فناوری و جامعه است که به آینده این حوزه شکل می بخشد. برای این که آینده های ممکن و پیش روی این صنعت به روشی نظام مند شناسایی شوند، از روش سناریونگاری استفاده شد و به کوشش کمیته ای راهبری که کمیسیون یادشده آن را برگزیده بود، به پیش برده شد.

۴-۱-۲- پرسش اساسی

پرسش اساسی و مطرح در این پروژه این بود که «زیست‌فناوری در سال ۲۰۳۰ به چه شکلی خواهد بود؟» در این پروژه، زیست‌فناوری با توجه ویژه به اصلاح ژنتیکی تعریف و بررسی شده است. برای پاسخ به پرسش بالا، مطالعات مربوط به آینده‌های ممکن آغاز و به پیش برده شد. تحلیل‌های مورد نظر، بیشتر شامل تشریح توسعه‌های ممکن در کل جامعه و به ویژه زیست‌فناوری است.

۴-۱-۳- فرآیند تدوین سناریوها

فرآیند تدوین سناریوها شامل گام‌های زیر است:

بازنگری مطالعات انجام‌شده

این پروژه با مطالعه مدارک مهم از منابع مختلف شامل تحقیقات آینده‌نگرانه انجام‌شده، مطالعات صورت‌گرفته در دولت هلند، سازمان‌های بین‌المللی، بخش خصوصی و سازمان‌های غیردولتی، آغاز شد.

شناسایی روندها و موضوع‌ها

در این گام، روندهای مطرح بررسی شده، روندها و موضوعات عمومی و کلی مرتبط به زیست‌فناوری تفکیک و موضوعات اساسی، به ویژه آنهایی که عدم قطعیت بالایی داشتند، خلاصه‌نویسی شدند.

دسته‌بندی موضوعات و روندها

در گام بعدی موضوعات و روندها بر اساس دو معیار میزان عدم قطعیت و اهمیت دسته‌بندی شدند. این موضوعات و روندها اساس تشکیل سناریوها هستند.

شناسایی نیروهای پیش‌ران

روندها و موضوعات با عدم قطعیت، برای شناسایی گستره ممکن به عنوان اساس سناریوها به کار رفتند. در این خصوص به چندین نیروی پیش‌ران توجه شد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رشد اقتصادی → رکود اقتصادی

- ادامه جهانی شدن ↔ توسعه‌های منطقه‌ای/ ملی
- دولت ↔ چگونگی حکومت
- فناوری ↔ استفاده‌کننده از فناوری
- تفاوت آرا ↔ هم رأیی در زیست‌فناوری

بامشورت و اظهار نظر کمیته راهبری، تصمیم گرفته شد که یکی از عدم قطعیت‌ها، پویایی و موضوعات اجتماعی در نظر گرفته شود و عدم قطعیت دومی، تمرکز بر توسعه‌های متفاوت در علم و فناوری باشد.

ساخت سناریوها

بر اساس عدم قطعیت‌های در نظر گرفته شده در گام پیشین، چهار سناریو به دست آمد. در تمام سناریوها، تمرکز اصلی بر موضوع اصلاح ژنتیکی بود.

کارگاه ذی‌نفعان

ذی‌نفعان پروژه که بیشتر، اعضای کمیسیون تحقیق در زمینه اصلاح ژنتیک بودند، با دو هدف عمده برای حضور در کارگاه دعوت شدند. نخست برای بازنگری و ارائه نظر در مورد سناریوهای تدوین شده و دوم برای تشریح بیشتر چهار سناریو پس از اصلاحات ممکن و با تمرکز بر جنبه‌های موضوع اصلاح ژنتیکی. نظرها و نقدهای شرکت‌کنندگان متن سناریوها را غنی‌تر کرد.

تهیه مدارک سناریوها

مدارک نهایی سناریوها با اصلاحات و تکمیل اطلاعاتی که توسط شرکت‌کنندگان در کارگاه ارائه دادند، تهیه شد. چهار سناریو بر اساس دو نیروی پیش‌ران و با عدم قطعیت شناسایی شده، ساخته شد.

نخستین نیروی پیش‌ران بر اساس عدم قطعیت درباره نقش آینده علم و فناوری انتخاب شد. دو گستره این نیروی پیش‌ران عبارت‌اند از:



در یک وجه، فناوری به مثابه یکی از قوی‌ترین نیروهای پیش‌ران در جامعه مطرح است و بر آن غلبه دارد. در گستره و وجه بعدی، فناوری تنها برآورنده نیازهای جامعه است و متناسب

با این نیازها به پیش می‌رود.

در توضیح غلبه فناوری بر جامعه باید گفت که افزایش سریع و گسترده سرمایه‌گذاری در علم و فناوری سبب پدید آمدن نوآوری‌های علمی در جامعه می‌شود. همچنین، موضوعاتی مثل تحقیقات کاربردی، انتقال فناوری و سیاست‌های حمایت‌کننده از موضوعات مهم در این وضعیت به شمار می‌روند.

در وجه دیگر با موقعیتی روبه‌رو هستیم که فناوری تنها برای برآوردن نیازهای جامعه به کار می‌رود. این موقعیت در نتیجه سرمایه‌گذاری کم در تحقیق و توسعه و اعتماد اندک و محدود جامعه به توانایی‌های فناوری به وجود می‌آید. افراد، سازمان‌ها و شبکه‌ها نقش عمده‌ای در تعریف دستور عمل فعالیت‌های تحقیق و توسعه و در نهایت، شکل‌دهی به فناوری‌هایی دارند که منافع کاربران و جامعه را تأمین می‌کنند.



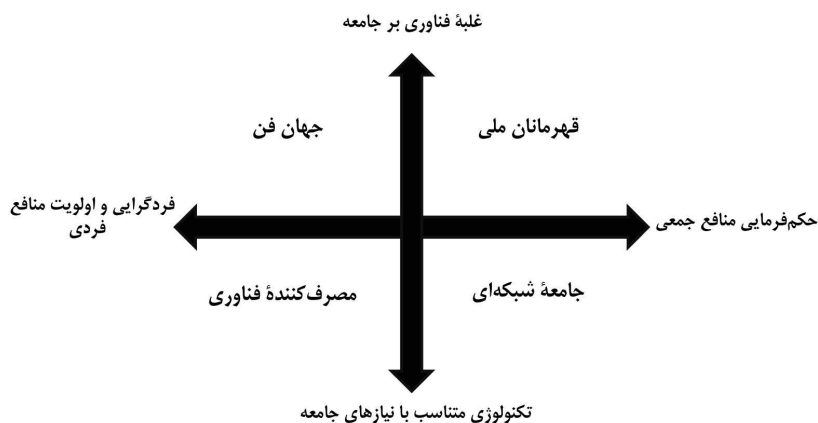
نیروی پیش‌ران دوم، عدم قطعیت‌های مربوط به توسعه‌های آینده جامعه را تشریح می‌کند. دو گستره این نیروی پیش‌ران، در واقع نشانگر دو تصویر کاملاً متفاوت از جامعه‌اند. در یکی از این گستره‌ها با موقعیتی روبه‌رو هستیم که به شدت تحت تأثیر افراد و منافع آنهاست و در گستره دیگر منافع جمعی و اجتماعی حرف اول را می‌زند. در موقعیت فردگرا، شرکت‌ها و مصرف‌کنندگان عوامل اصلی‌اند. در این موقعیت منطق بازار حکم‌فرماست و دولت‌ها تنها تسهیل‌کننده فعالیت‌های بازار به شمار می‌روند. در موقعیت دیگر، با وضعیتی مواجه‌ایم که اقتصاد بیشتر تحت کنترل دولت‌ها، سازمان‌های عمومی و مردم اجتماع است. اهداف اجتماعی نسبت به اهداف اقتصادی اولویت بالایی دارند و پرسش‌های مربوط به موضوع فقر، سلامتی و مسائل این چنینی در صدر برنامه‌های کاری دولت‌ها قرار دارند.

۴-۱-۴- سناریوهای زیست‌فناوری

با ترکیب این دو نیروی پیش‌ران و تشکیل ماتریس مربوط، به چهار سناریو با مشخصات متفاوت و مختص خود می‌رسیم. این چهار سناریو به صورت زیر نام‌گذاری شده‌اند:

۱. جهان فن^۱
۲. مصرف‌کننده فناوری^۲
۳. قهرمانان ملی^۳
۴. جامعه شبکه‌ای^۴

شکل زیر فضای این سناریوها را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۸- چارچوب سناریوهای زیست‌فناوری هلند

این چهار سناریو در ادامه توضیح داده می‌شوند.

سناریوی جهان فن

سناریوی جهان فن حاصل ترکیب وضعیت حکم‌فرمایی فناوری و فردگرایی است که در آن توسعه سریع و شتابان فناوری و بازار بر جامعه مسلط است. در این سناریو، فناوری در همه جا نفوذ کرده، از آن استفاده گسترده‌ای می‌شود. همه جامعه به فناوری وابسته هستند. جهانی شدن، بازاری یکپارچه و جهانی برای کالاها، خدمات و فناوری ایجاد کرده است. نقش دولت‌ها تنها

1- Tech World

2- Techconsumer

3- National Champions

4- Network Society

تسهیل کردن عملکرد بازار و خلق شرایط مساوی برای رقابت بین شرکت‌هاست. دولت‌های ملی بسیاری از وظایف خود را به دولت‌های فراملی و مؤسسات جهانی همچون سازمان تجارت جهانی واگذار کرده‌اند. آزاد بودن فضای کسب‌وکار و فناوری‌های جدید باعث رشد سریع اقتصادی، به ویژه در آسیا، شده است. چین و هندوستان همانند موتور جلوبرنده این سناریو هستند. برای مصرف‌کننده‌ها و کاربران، رشد سطح بالای اقتصادی به این مفهوم است که شرکت‌های بسیار پیشرفته، پیوسته محصولات جدیدی تولید می‌کنند که سبب آسان‌تر شدن و مولدتر شدن زندگی می‌شوند. در همین وضعیت، بسیاری از مردم احساس می‌کنند که گریزی از فناوری‌های پیچیده و رو به رشد وجود ندارد و فشار این فناوری‌ها را بر روی زندگی خود می‌پذیرند. رشد سریع اقتصادی در سناریوی جهان فن باعث بیشتر شدن انتشار گازهای گلخانه‌ای و مشکلات زیست محیطی می‌شود و بسیاری فراگیر شدن فناوری را مسئول صدمات زیست محیطی می‌دانند. در جهان فن، زیست فناوری پیشرفت‌های خیره‌کننده‌ای دارد. این فناوری‌ها را شرکت‌ها و دولت‌های کوچک به جلو می‌رانند. دولت‌ها با کاهش قوانین دست و پاگیر برای تحقیقات مربوط به زیست فناوری تا بدان جایی می‌روند که خرید و فروش ارگان‌های اصلاح ژنتیکی شده بدن انسان را نیز عموم جامعه می‌پذیرند. مقبولیت عمومی در زمینه ارگان‌های اصلاح ژنتیکی شده به نظر بسیار قوی می‌آید، ولی در حقیقت این مقبولیت بسیار شکننده است و با ظهور یک بحران فرو می‌پاشد.

این ارگان‌ها نقش بسیار مهمی در توسعه صنایع زیستی بازی می‌کنند. فناوری زیست دارو سهم اساسی در توسعه شرکت‌های دارویی دارند و بیشترین نقش در جامعه را نیز در زمینه مهیا کردن داروهای ساخته شده برای یک شخص خاص با ساختار ژنتیکی مختص خود و همچنین فراهم آوردن بهداشت و سلامتی برای جوامع در حال پیر شدن بازی می‌کنند.

سناریوی مصرف‌کننده فناوری

در این سناریو نیز وجود بازار آزاد بسیار مهم است، اما مصرف‌کنندگان و کاربران نقش اساسی در شکل دهی به فناوری‌های جدید دارند. شرکت‌ها از آبروریزی دهه ۱۹۹۰ در زمینه غذاهای اصلاح ژنتیک شده درس‌های زیادی گرفته‌اند و تقاضای مصرف‌کنندگان و موضوعات اجتماعی در زمینه زیست فناوری را دیگر بی‌ارزش و قابل صرف نظر کردن نمی‌دانند. کاربرانی که از نخستین استفاده‌کنندگان فناوری‌های جدید هستند، خود در شکل دهی به آن فناوری‌ها نقش مستقیم دارند. شرکت‌ها تولید قابل انعطاف و در مقیاس کوچکی را برای تولید محصولات خود طراحی کرده‌اند که توانسته است مطابقت محصولات با نیازهای گروه‌های مختلف استفاده‌کنندگان را برآورده

سازد. فناوری بیشتر از هر زمان دیگری با تقاضا و نیازهای مصرف‌کنندگان مختلف مطابقت دارد. بسیاری از استفاده‌کنندگان در مقابل عرصه بسیار وسیعی از امکاناتی که در برابر خود دارند، دچار سردرگمی و مشکل در انتخاب محصول مناسب می‌شوند. استفاده‌کنندگان پس از پذیرش روبکرد متن باز^۱ خود تبدیل به تولیدکننده و نوآور در کاربردهای محصولات زیست‌فناوری شده‌اند. مشکلات زیست‌محیطی از طریق ترکیب فناوری‌ها و نوآوری‌های مؤسسات در مسیر حل شدن هستند. برای مثال، می‌توان به تعریف حقوق قابل واگذاری فردی در زمینه میزان آلوده‌کنندگی آن فرد اشاره کرد.

در پاسخ به تقاضای مصرف‌کنندگان، شرکت‌های فعال توجه خود را از بهبود مشخصه‌های تولید به بهبود مزیت‌های مصرف‌کنندگان در زمینه ارگان‌های اصلاح ژنتیکی‌شده تغییر داده‌اند. مقبولیت استفاده از این ارگان‌ها به دلیل استفاده گسترده مشتریان، دیگر موضوعی بحرانی و حساس نیست. در این سناریو، علوم مربوط به زیست بشر و نوآوری‌ها در مدل‌های زندگی به صورت یک نظام یکپارچه در آمده‌اند.

سناریوی قهرمانان ملی

در این سناریو، بازار آزاد و دولت‌های کوچک قادر به حل مشکلات بشر، از قبیل تغییرات اقلیمی، فقر، گرسنگی، ایمنی و بهداشت نیستند. دولت‌ها و سازمان‌های عمومی نقش حکومتی و اساسی در جامعه دارند. اهداف اجتماعی در این سناریو، از طریق بهبود خدمات عمومی به دست می‌آید. اتحادیه اروپا یکپارچه باقی مانده است، ولی منافع ملی نقش غالب‌تری در سیاست‌های دولت‌ها دارند و بیشتر دولت‌ها در ایجاد تعادل بین منافع ملی کشورشان و موضوعات بین‌المللی می‌کوشند. دولت‌ها نقش بسیار قوی‌تری در تخصیص بودجه برای حمایت از توسعه یک فناوری دارند. بازارها بیشتر به گونه‌ای قانون‌گذاری می‌شوند که تنها رقبای فعال در محیط ملی بتوانند با هم رقابت کنند. سیاست‌های مربوط به یک فناوری خاص بر اساس منافع ملی و نقش حمایتی آن در رشد اقتصادی اولویت‌گذاری می‌شود. دولت‌ها نقش حمایت‌کننده بسیار قوی در معرفی ارگان‌های اصلاح ژنتیکی‌شده دارند. این دولت‌ها با ارائه اطلاعات معتبر و درست به عموم، نقش حمایتی خود را ایفا می‌کنند. زیست‌فناوری از چارچوب قانونی بسیار شفاف و یکپارچه‌ای بهره‌مند است که دولت‌ها وضع می‌کنند. قوانین زیست‌محیطی و مشوق‌های ملی که دولت‌ها وضع و ارائه می‌کنند، باعث شده است تا حمایت عمومی زیادی از صنایع زیست‌فناوری و اقتصاد زیست‌محور در جامعه به عمل آید.

زیست‌فناوری‌های مرتبط با صنایع دارویی بیشتر به موضوعات اجتماعی گسترده مثل چاقی تمرکز دارند. در این سناریو، گذرنامه‌هایی متناسب با ساختار ژنتیکی افراد برای جلوگیری از گسترش بیش از حد بیماری‌های ژنتیکی صادر شده است. در این سناریو، همه اهل جامعه تحت آزمایشات ژنتیکی برای شناخت ساختار ژنتیکی شان قرار می‌گیرند.

سناریوی جامعه شبکه‌ای

در این سناریو دولت‌ها نقش کوچک‌تری دارند و علایق و منافع عمومی بیشتر در کانون توجه سازمان‌های اجتماعی است. بازارها قانون‌گذاری شده و ثبات و توسعه پایدار، موضوعی اساسی در نگاه اجتماع است. کیفیت زندگی، زندگی سالم و آزادی‌های فردی بسیار مهم‌اند ولی این موضوعات در حد و مرزهای خاصی تعریف شده‌اند. اداره جامعه به روش شبکه‌ای است و افراد جامعه در فرآیندهای تصمیم‌گیری دخیل‌اند. جامعه شهروندی توسعه فناوری‌ها را رهبری می‌کند. مصرف‌کننده‌ها نقش کلیدی در فرآیندهای نوآوری - چه مستقیم و چه به واسطه شرکت‌ها - دارند. عدم قطعیت فناوری‌ها با شفافیت و ارتباطات مؤثر بین اعضای جامعه کاهش یافته است. اعتماد بین جامعه علمی و عموم مردم برقرار است. پرسش‌های زیستی - اخلاقی در جامعه شبکه‌ای نقش اساسی دارند. سازمان‌های غیر دولتی که مخالفت بسیار شدیدی در برابر اصلاح ژنتیکی از خود نشان می‌دهند، مورد حمایت گسترده جامعه هستند.

ارگان‌های اصلاح ژنتیکی شده در این سناریو، مورد قبول عموم واقع نشده‌اند. فناوری‌های دارویی بیشتر از دیگر فناوری‌های موجود مورد قبول عموم واقع شده‌اند. بیماران و سازمان‌هایی که به آنها تعلق دارند، نقش مهمی در زمینه تصمیم‌گیری درباره اصلاح ژنتیکی و اسکن کردن بیماران دارند. افراد به شبیه‌سازی‌های ژنتیکی به دیده تردید و نگرانی می‌نگرند. در عوض، زیست‌فناوری صنعتی از حمایت بسیاری برخوردار است. توسعه پایدار به عنوان نیروی پیش‌ران مطرح است و بسیاری به این درک رسیده‌اند که زیست‌فناوری در ایجاد توسعه پایدار بسیار مؤثر است. در این سناریو استفاده از ارگان‌های اصلاح ژنتیکی شده همچنان به داوطلبان، محدود مانده است.

۴-۱-۵- نتیجه‌گیری

چهار سناریوی بالا حاوی پیام‌های متفاوتی‌اند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. زیست‌فناوری در اغلب سناریوها (به غیر از جامعه شبکه‌ای) به صورت بسیار مهم و قابل توجه مطرح است. در سناریوهای جهان فن و قهرمانان ملی، دولت‌ها نقش مهم و اساسی

در پیشبرد فناوری دارند. تفاوت‌های زیادی بین سناریوها در زمینه نقش متن باز و حفاظت از دارایی‌های فکری وجود دارد. در سناریوی مصرف‌کننده فناوری، تأکید بر تولیدات مشتری محور است در حالی که در سناریوی جامعه شبکه‌ای زیست‌فناوری نقش کم‌رنگ‌تری دارد.

۲. دولت‌ها همچنان نقش غفلت‌کننده درباره زیست فناوری را بازی خواهند کرد و بیشتر به رسیدن به یک اجماع کلی در زمینه فناوری خاص تمرکز خواهند داشت. ولی نقش آنها و راهکارهای سیاست‌گذارانه‌شان در بین سناریوها متفاوت است. سیاست‌های ملی گرایانه در سناریوی جهان فن اهمیتی ندارند، اما در سناریوی قهرمانان ملی بسیار مهم‌اند. استفاده‌کننده‌ها در دو سناریوی مصرف‌کننده فناوری و جامعه شبکه‌ای سهم اساسی دارند.

۳. در اغلب سناریوها، اعتماد داشتن به زیست فناوری قابل بهبود، ولی بسیار شکننده است و با ظهور کوچک‌ترین بحران امکان فروپاشی دارد. درک تهدیدها و ارزیابی مزایا از موضوعات بسیار مهم در همه سناریوهاست.

۴. اخلاق و مسائل اخلاقی در تمام سناریوها نقش بسیار مهمی دارد. این موضوع در مسائلی همچون شبیه‌سازی ژنتیکی و کاشت ژن بسیار محرز و قابل توجه است.

۵. توسعه پایدار نیز در تمام سناریوها مطرح است. اما در سناریوی جهان فن، تنها فناوری قادر به حل مشکلات است و سناریوی مصرف‌کنندگان فناوری سعی در یکپارچه‌سازی نوآوری‌های اجتماعی و فناورانه دارد. دولت‌ها در سناریوی قهرمانان ملی از طریق عقد موافقت‌نامه‌ها، نقش اساسی در زمینه توسعه پایدار دارند. راه حل‌های غیر فناورانه در سناریوی جامعه شبکه‌ای حرف اول را می‌زند.

در پایان، باید در نظر داشت که این سناریوها تصاویر ممکن از جامعه و زیست‌فناوری در سال ۲۰۳۰ را ارائه می‌دهند و هیچ‌کدام پیش‌بینی آینده نیستند؛ بلکه در عوض، ابزارهایی هستند که در زمینه تفکر درباره آینده‌ای که جامعه برای خود می‌خواهد، کمک می‌کنند. این تفکر در نهایت می‌تواند تصمیم‌سازان و برنامه‌ریزان را در تدوین راهبردها و برنامه‌های عملی برای شکل دادن به آینده یاری کند.

۵ روشگان دلفی و موردکاوی آن

۵-۱- توصیف روش

یکی از تحولات بزرگ در آینده‌پژوهی با ابداع روش دلفی در اندیشگاه رند به‌وقوع پیوسته است. اندیشگاه رند پس از جنگ جهانی دوم (۱۹۴۸) در نیروی هوایی ایالات متحد امریکا برای تحقیق در حوزه مسائل امنیتی و نظامی تأسیس شد، ولی پس از مدتی در وزارت دفاع قرار گرفت. بعد از آن، از وزارت دفاع خارج شد و به منزله نهادی غیردولتی فعالیت خود را ادامه داد و تاکنون نیز یکی از اندیشگاه‌های مشاور دولت در تصمیم‌گیری‌های کلان و راهبردی بوده است و دولت همواره از آن حمایت کرده است. متخصصان و کارشناسان این مؤسسه پژوهشی، روش دلفی را به منظور ترویج روشی صحیح برای مناظره مستقل از ویژگی‌های شخصیتی افراد طراحی کردند. در واقع، این روش برای برطرف کردن مشکلات موجود در جلسات بحث گروهی و برقراری تعاملی صحیح بین نظریات واقعی افراد ابداع شد. روش دلفی برپایه گردآوری نظریات کارشناسان و متخصصان از طریق ارسال پرسش‌نامه شکل گرفته است، به گونه‌ای که این پرسش‌نامه در دفعات متعددی فرستاده و جمع‌آوری می‌شود. بدین ترتیب، همگرایی یا واگرایی عقاید خبرگان درباره مسئله مورد بحث کاملاً مشهود می‌شود. در این روش، پرسش‌نامه ابزاری برای ایجاد ارتباط بین صاحب‌نظران و تأثیر گذاشتن آنها بر دیدگاه یکدیگر است (ناظمی و قدیری، ۱۳۸۵).

عنوان دلفی برگرفته از نام معبدی معروف در شهر دلف یونان باستان است که در آن کاهنان یونانی مردم شهر را از وقایع و حوادث آینده مطلع می‌ساختند، کاری که هم‌اکنون متخصصان آینده‌پژوهی انجام می‌دهند. مبدعان این روش اولاف هلمر^۱، نیکلاس ریسچر^۲ و نورمن دالکی^۳ بودند. روش دلفی از زمانی که نخستین گزارش درباره‌ی مطالعه‌ی دلفی با عنوان «گزارشی در زمینه‌ی پیش‌بینی بلندمدت»^۴ به کوشش گوردون^۵ و هلمر به چاپ رسید، تاکنون هزاران مرتبه مورد استفاده قرار گرفته است. این گزارش که پرتیراثرترین گزارش مؤسسه‌ی رند در همه‌ی دوره‌ی فعالیتش بوده و در سال ۱۹۶۴ به چاپ رسیده است، دربردارنده‌ی پیش‌بینی‌هایی در خصوص پیشرفت‌های علمی و فناوریانه تا سال ۲۰۰۰ و فراتر از آن بود. هدف این مطالعه ارزیابی مسیر روندهای بلندمدت، با تأکید بر علم و فناوری و پیامدهای احتمالی این روندها بر جامعه و دنیای پیرامونی بود. این گزارش پیش‌بینی‌هایی را درباره‌ی آینده‌ی علم و فناوری تا سال ۲۰۰۰ میلادی به‌دست می‌داد (ناظمی و قدیری، ۱۳۸۵). هرچند بسیاری از پیش‌بینی‌ها در زمان مورد انتظار تحقق پیدا کردند، اما برخی نیز سال‌ها پس از زمان پیش‌بینی به واقعیت پیوستند و حتی شماری نیز هیچ‌گاه تحقق نیافتند.

در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰، اندیشمندان ژاپنی متوجه شدند که روش دلفی، ابزار بالقوه سودمندی برای پیش‌بینی علم و فناوری است، به همین دلیل گروهی را برای مشورت به امریکا فرستادند. از این گذشته، گروهی از متخصصان امریکایی به ژاپن دعوت شدند تا به منظور قانع کردن دولتمردان و صاحبان صنایع این کشور درباره‌ی مفید بودن پیش‌بینی علم و فناوری، سخنرانی کنند. بدین ترتیب در سال ۱۹۷۰، آژانس علم و فناوری ژاپن^۶، نخستین مطالعه‌ی دلفی را با هدف پیش‌بینی، به ویژه در خصوص فناوری‌ها، در سی سال آینده (یعنی تا سال ۲۰۰۰) و تحت عنوان دلفی ۱۹۷۰ انجام داد. پس از آن و با اثبات فواید ناشی از کاربرد این روش در سیاست‌گذاری، مطالعات دلفی گسترده‌ای، هر پنج سال یک‌بار و با افق زمانی سی ساله در ژاپن انجام می‌گیرد. تاکنون هشت مطالعه از این دست صورت پذیرفته و ژاپن را باتجربه‌ترین کشور در زمینه‌ی مطالعات دلفی کرده است، به گونه‌ای که این روش با تفکر ژاپنی به خوبی تطابق یافته است. در ژاپن مطالعات دلفی کم‌تعداد، ولی بسیار گسترده و هر پنج سال یک‌بار انجام گرفته و در واقع این مطالعات جزء جدایی‌ناپذیر سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن شده است. هدف

1- Olaf Helmer

2- Nicholas Rescher

3- Norman Dalkey

4- Report on a Long-Range Forecast

5- Gordon

6- Science and Technology Agency (STA)

کلی مسئولان آغازگر برنامه، ساختن نگاهی کلی و جامع از گرایش‌های مهم نوآوری در علم و فناوری بود. این اطلاعات برای ارائه و کمک به فرآیندهای برنامه‌ریزی حکومتی در زمینه سیاست‌گذاری علم و فناوری و برای تأمین اطلاعاتی شرکت‌های صنعتی در نظر گرفته شده است (ناظمی و قدیری، ۱۳۸۵).

چنان‌که اشاره شد، روش دلفی از طریق گردآوری نظریات کارشناسان و متخصصان با استفاده از پرسش‌نامه و ارسال چندباره آن انجام می‌شود. ایده اصلی در طراحی فرایند روش دلفی آن است که پاسخ‌دهندگان تحت تأثیر نظر افراد مشهور و سخنور قرار نگیرند تا بتوانند دیدگاه‌هایشان را بیان کنند. در این روش، با حذف تأثیر توان سخنوری افراد، همه نظریات و عقاید جمع‌آوری و پس از تحلیل به پرسش‌شوندگان بازگردانده می‌شود. گمنامی پاسخ‌دهندگان و بازخورد دیدگاه‌های همه افراد شرکت‌کننده به سایرین، دو عنصر ضروری در روش دلفی‌اند. یکی از مزایای این روش آن است که اگر متخصصان به واسطه دلایلی به اشتباه نظر خود پی بردند، بدون از دست دادن اعتبار و وجهه خود می‌توانند در دیدگاه‌هایشان تجدید نظر کنند. همچنین در روش دلفی مشارکت دادن تعداد زیادی از صاحب‌نظران در سیاست‌گذاری امکان‌پذیر خواهد بود. این ویژگی‌ها دلفی را به عنوان ابزاری مناسب برای سیاست‌گذاری‌های کلان ملی برجسته کرده است.

هر مطالعه دلفی شامل جمع‌آوری نظرهای کارشناسان در دفعات متعدد به وسیله تکرار چندین دور ارسال پرسش‌نامه است. در واقع، این پرسش‌نامه وسیله‌ای برای ارتباط بین کارشناسان و تأثیر گذاشتن آنها بر همدیگر است. رمز موفقیت روشگان دلفی، در انتخاب مناسب شرکت‌کنندگان آن است. از آنجا که نتایج دلفی به دانش و معلومات اعضای گروه وابسته است، حضور کسانی که احتمالاً نظریات اصیلی دارند، ضروری است.

در مطالعات آماری (مانند نظرخواهی‌های عمومی) شرکت‌کنندگان نماینده جمعیتی بزرگ محسوب می‌شوند، در صورتی که در مطالعات دلفی شرکت‌کنندگان نه نماینده جمعیت، بلکه افرادی خبره و آگاه محسوب می‌شوند. برای شناسایی کارشناسان و متخصصان، روش‌های متعددی وجود دارد که برای نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استفاده از آگهی‌ها، به گونه‌ای که اهل نظر بتوانند خود را معرفی کنند؛
- ارتباطات و آشنایی‌های شخصی؛
- بهره‌گیری از حضور ذی‌نفعان در مسئله؛
- فرآیند معرفی مشارکتی افراد^۱.

روش معرفی مشارکتی افراد، اولین بار در سال ۱۹۹۳ و در پروژه آینده‌نگاری فناوری کشور انگلستان به کار گرفته شد. بدین گونه که ابتدا در حدود ۶۰۰ نفر از طریق روش‌های سستی معرفی افراد و ارتباطات شخصی افراد حاضر در پروژه، شناسایی شدند و اطلاعات این افراد وارد یک پایگاه داده شد. برای افراد شناسایی شده یک پرسشنامه پستی ارسال شد و از آنها دعوت گردید که زمینه تخصصی خود را شرح دهند و شش نفر دیگر را که دارای تخصص‌های مرتبط با پروژه آینده‌نگاری هستند، معرفی نمایند. نام و مشخصات افراد معرفی شده نیز وارد پایگاه داده شد و پرسشنامه مشابهی برای آنها ارسال گردید. با استفاده از این روش ساده و موثر، بیش از ۵۲۰۰ نام جدید برای پروژه معرفی شد (ناظمی و قدیری، ۱۳۸۵).

فهرست خبرگان با این پیش‌فرض تهیه می‌شود که احتمالاً ۳۵ تا ۷۵ درصد آنها در مطالعه شرکت خواهند کرد. برای مثال در دور اول مطالعه دلفی کشور ترکیه، میزان پاسخ‌گویی به پرسش‌ها در حدود ۳۲ درصد بود (Tumer, 2003). همچنین، باید به انصراف اعضا در حین فرایند نیز توجه کرد. شایان ذکر این که معمولاً بیشترین میزان انصراف در دور اول رخ می‌دهد. لازم است تا با هریک از خبرگان جداگانه تماس گرفته شود. در این مرحله نباید از نامه استفاده شود و بهتر است تماس اولیه از طریق تلفن (یا حتی حضوری) باشد، اما نامه‌ها باید پس از تماس اولیه، دعوت را تأیید کنند. این نامه باید شامل توضیحاتی درباره موضوع، اهداف، تعداد دورهای دلفی، تضمین ناشناخته ماندن افراد و مانند آنها باشد.

مرحله بعد، تنظیم پرسش‌نامه دلفی است. پرسش‌نامه در اصل مصاحبه‌ای است که مکتوب تهیه می‌شود و بدون حضور مصاحبه‌کننده تکمیل می‌گردد. در واقع، پرسش‌نامه روشی غیرحضوری برای گردآوری نظر کارشناسان محسوب می‌شود. پس از تنظیم پرسش‌نامه باید به موارد زیر توجه کرد:

- نوع اطلاعات مورد نیاز و علت نیاز به آنها به دقت مشخص شود.
- پرسش‌نامه‌ها باید تا حد امکان کوتاه تهیه شوند. هرچه پرسش‌نامه کوتاه‌تر باشد، احتمال تکمیل و بازفرستادن آن بیشتر است. هنگامی که اطلاعات مورد نیاز تعیین شدند، باید پرسش‌ها بر روی آن اطلاعات متمرکز شوند و از مطرح کردن پرسش‌های جانبی خودداری شود.
- نوع بیان پرسش‌ها اهمیت فراوانی دارد. خطای مرسوم این است که در یک پرسش دو مطلب عنوان شود، که از این امر باید اجتناب شود.
- بهتر است همه پرسش‌ها به صورت بله و خیر یا پرسش‌های چندگزینه‌ای تدوین نشوند، بلکه لازم است پرسش‌های تشریحی نیز گنجانده شوند تا پاسخ‌دهندگان بتوانند دیدگاه‌هایشان را ابراز کنند. در پایان پرسش‌نامه باید بخشی در نظر گرفته شود که در آن پاسخ‌دهنده بتواند نظر

خود را بنویسد.

نکته مهم دیگر این است که گاهی تهیه چند پرسش نامه به پاسخ های بهتری می انجامد. در این صورت برای هر خبره پرسش نامه ای که به تخصص او مربوط است، فرستاده می شود. به هر حال، در صورت تدوین یک پرسش نامه، بهتر است به خبرگان تأکید شود پرسش هایی را که در تخصص شان نیست (یا احساس می کنند در پاسخ دادن به آنها دچار مشکل می شوند) بدون پاسخ بگذارند.

پس از طی روال فوق، پرسش نامه تدوین شده، در فرایندی آزمایشی و راهنما، آزموده خواهد شد. بدین ترتیب که پرسش نامه به گروهی از خبرگان که به راحتی می توان با آنها در تماس بود، ارائه می شود. با پاسخ های این گروه می توان عیب ها و همچنین سوء تعبیرهای احتمالی از پرسش ها را یافت. باید توجه کرد که شفافیت و ترکیب پرسش ها تأثیر مثبتی بر قابل اعتماد بودن نتایج خواهد داشت.

پس از مرحله بالا، پرسش نامه برای همه شرکت کنندگان فرستاده می شود. همراه با این پرسش نامه، هدف مطالعه، نحوه اجرای روش دلفی (تعداد دورها)، جدول زمان بندی مطالعه و نشانی دریافت پاسخ نامه نیز ارسال می شود. در گذشته پرسش نامه ها برای کارشناسان پست می شد، اما امروزه می توان آنها را از طریق پست الکترونیکی برای کارشناسان فرستاد. زمان پاسخ گویی و ارسال پاسخ حداکثر سه تا چهار هفته است. به همین دلیل، لازم است یک هفته پس از فرستادن پرسش نامه، از طریق تلفن مهلت ارسال پاسخ ها به شرکت کنندگان یادآوری شود.

پس از انقضای زمان، محققان نتایج حاصل از پرسش نامه اول را جمع آوری کرده، آنها را به همراه درخواست ارزیابی مجدد و درخواست دلیل برای نظرهای غیرعادی به گروه خبرگان بازخورد می دهند. بدین ترتیب، با به کارگیری روش دلفی می توان اطلاعات و دانش ضمنی خبرگان هر حوزه را استخراج کرد. این دانش پس از پالایش و تحلیل، ورودی بسیار مناسبی برای سیاست گذاری و برنامه ریزی در آن حوزه خواهد بود.

۵-۲- موردکاوی دلفی در حوزه زیست فناوری

ژاپن از قدمتی طولانی در سیاست گذاری علم و فناوری برخوردار است. استفاده نوآورانه از روش های مختلف سیاست گذاری یکی از مهم ترین ویژگی های این فعالیت ها در ژاپن است. هرچند برنامه های بلندمدت فراوانی درباره علم و فناوری ژاپن نگاشته می شود و بخش های

مختلف این کشور برنامه‌های بخشی خود را تنظیم می‌کنند، برنامه آینده‌نگاری ژاپن را می‌توان عمده‌ترین برنامه بلندمدت این کشور در این حوزه‌ها دانست، که تأثیرگذاری آن بر دیگر حوزه‌ها بسیار چشمگیر است. سیاست‌گذاری علم و فناوری برپایه آینده‌نگاری، در این کشور از قدمتی نزدیک به چهل سال برخوردار است، به گونه‌ای که نخستین برنامه آینده‌نگاری این کشور در ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد و از آن پس به طور مستمر گروهی تمام‌وقت به این مسئله می‌پردازد.

استفاده از آینده‌نگاری به عنوان ابزار سیاست‌گذاری علم و فناوری در کشورهای مختلف موضوعی متداول است. ژاپن به واسطه قدمت دیرینه‌اش در استفاده از آینده‌نگاری، می‌تواند شایستگی بیشتری برای موردکاوی داشته باشد. از این رو در ادامه کتاب موردکاوی ژاپن به اجمال آمده است. در این موردکاوی ابتدا جایگاه آینده‌نگاری در فرآیند سیاست‌گذاری علم و فناوری تبیین شده است، سپس از منظر سازمانی و ساختاری آینده‌نگاری‌های ملی مرور شده است و در انتها نیز دو برنامه اخیر ژاپن در آینده‌نگاری (یعنی دوره‌های هفتم و هشتم در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵) معرفی کوتاه شده است.

روش دلفی در واقع شیوه اصلی در برنامه‌های آینده‌نگاری این کشور در سال‌های گذشته بوده است. به نحوی که حتی تا سال‌های اخیر، ژاپنی‌ها در مستندات مربوط به آینده‌نگاری ملی خود، به جای واژه «آینده‌نگاری» از واژه «دلفی» استفاده می‌کردند و به عنوان مثال به جای آن‌که گزارش آینده‌نگاری دور پنجم (سال ۱۹۹۰) خود را با نام «آینده‌نگاری پنجم» منتشر کنند، با نام «دلفی پنجم» معرفی می‌کردند. اگرچه در آینده‌نگاری‌ها از روش‌های مکمل دیگر نیز بهره گرفته می‌شود، روش دلفی از نظر گستردگی و کیفیت استفاده از آن در سراسر جهان جایگاه ویژه‌ای دارد. بسیاری از کشورها در نخستین برنامه آینده‌نگاری خود دقیقاً از پرسش‌نامه‌های دلفی ژاپن بهره گرفته‌اند تا بتوانند به نتایج مقایسه‌ای دست یابند. از این رو، پیش از پرداختن به موردکاوی دلفی در حوزه زیست فناوری، باید تصویری از سیاست‌گذاری علم و فناوری در کشور ژاپن به دست داد. این تصویر نشان می‌دهد که آینده‌نگاری بر اساس دلفی، در سیاست‌گذاری‌های این کشور تا چه اندازه بااهمیت است.

۵-۲-۱- سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن

به منظور داشتن تصویری درست از سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن لازم است به این نکته توجه داشت که غیر از برنامه آینده‌نگاری ملی این کشور که پیوسته انجام می‌شود، آینده‌نگاری‌های متنوعی نیز در وزارتخانه‌های گوناگون آن، مانند وزارت تجارت و بازرگانی^۱

صورت گرفته است، که بیشتر برنامه‌هایی بخشی هستند. شواهد بسیاری نشان می‌دهد که تأثیرگذاری برنامه‌های آینده‌نگاری بر تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های کلان در حوزه علم و فناوری این کشور شدید است.

در برنامه‌های آینده‌نگاری ملی ژاپن که هر پنج سال انجام می‌شود، خبرگان زیادی - بین دو تا سه هزار و پانصد نفر - مشارکت کرده و مشارکت خود را نیز تا پایان دلفی حفظ می‌کنند. این مشارکت نه تنها از بُعد کمی، بلکه از نظر کیفی نیز بالاست، به گونه‌ای که هر خبره برای پاسخ‌دهی به پرسش‌ها در حدود هشت ساعت کاری وقت صرف می‌کند.

تاکنون هشت برنامه آینده‌نگاری علم و فناوری در ژاپن صورت گرفته که در هر برنامه بر تعدادی حوزه یا بخش تمرکز شده است. افق زمانی در تمام برنامه‌ها به صورت ثابت سی ساله در نظر گرفته می‌شود. در جدول ۱ اطلاعاتی کلی درباره این برنامه‌ها آمده است (Kuwahara).

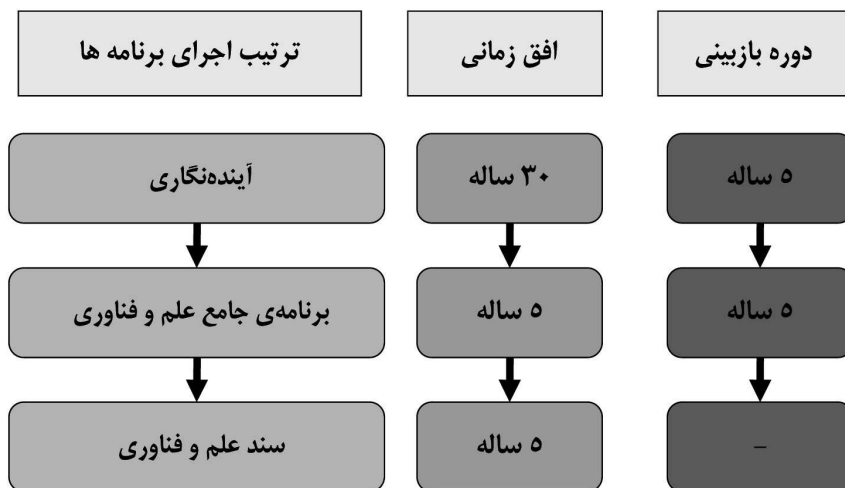
جدول شماره ۱- برنامه‌های آینده‌نگاری علم و فناوری ژاپن

شماره	سال اجرا	تعداد حوزه	تعداد گزاره	تعداد مشارکت‌کننده
۱	۱۹۷۰	۵	۶۴۴	۲۴۸۲
۲	۱۹۷۶	۷	۶۵۶	۱۳۱۶
۳	۱۹۸۰	۱۳	۸۰۰	۱۷۲۷
۴	۱۹۸۶	۱۷	۱۰۷۱	۲۰۰۷
۵	۱۹۹۱	۱۶	۱۱۴۹	۲۳۸۵
۶	۱۹۹۶	۱۴	۱۰۷۲	۳۵۸۶
۷	۲۰۰۰	۱۶	۱۰۶۵	۳۱۰۶
۸	۲۰۰۵	۱۳	۸۵۸	۲۲۳۹

چنان‌که پیشتر اشاره شد، دانش-فناوری آینده‌نگاری در ژاپن ابداع نشد، اما بی‌تردید باید اذعان کرد که ژاپنی‌ها نخستین کشوری بودند که از نتایج آن بهره‌های بسیار بردند و توانستند در عمل از آن یاری گیرند. سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن در سه سطح انجام می‌شود:

- الف- اجرای فرایند آینده‌نگاری که نظر خبرگان را درباره اولویت‌های آینده مشخص می‌سازد و موجب انتشار نتایج میان خبرگان می‌شود. در این برنامه اجماع در قالب روش دلفی انجام می‌شود.
- ب- تدوین «برنامه جامع علم و فناوری»^۱ که از تحلیل نتایج آینده‌نگاری به دست می‌آید. این برنامه جهت‌گیری‌های توسعه‌ای را در افق زمانی پنج ساله دربرمی‌گیرد.
- ج- تدوین «سند علم و فناوری»^۲ که به تصویب دولت می‌رسد. در این سند افزون بر اطلاعات آینده (که از برنامه آینده‌نگاری اخذ می‌شود) اطلاعات مربوط به وضعیت فعلی نیز ذکر می‌گردد.

خلاصه این روند در شکل ۹ و چگونگی تدوین برنامه جامع علم و فناوری در شکل ۱۰ آمده است:



شکل شماره ۹- برنامه‌های مختلف سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن



شکل شماره ۱۰- وجوه برنامه جامع علم و فناوری در ژاپن

- شیوه اصلی در تمام برنامه‌های آینده‌نگاری روش دلفی بوده است. دلفی ژاپن در همه هشت برنامه ملی با دو دور عملیاتی (دو دور ارسال پرسش‌نامه) و همراه با یک فاز صفر بوده است، که در آن از خبرگان خواسته می‌شده تا تمایل خود را برای شرکت یا عدم شرکت اعلام کنند. البته در برنامه هشتم از روش‌های مکمل «سناریونویسی» و «کتاب‌شناسی» نیز استفاده شده است.
- زیرساخت قانونی در حوزه علم و فناوری را می‌توان در سه سطح مجزا مشاهده کرد:
- الف- «قانون اساسی علم و فناوری ژاپن»^۱ که پس از برنامه ششم آینده‌نگاری در ۱۹۹۵ نگاشته شد. این قانون سنگ بنای همه مقررات و قوانین بخشی علم و فناوری کشور است.
 - ب- «برنامه جامع علم و فناوری» که به موجب بند نهم از قانون اساسی علم و فناوری، دولت مکلف به ارائه آن به صورت برنامه پنج‌ساله است و زمان ارائه آن، پس از اتمام هر دوره آینده‌نگاری است.
 - ج- «سند علم و فناوری» که دولت تصویب و منتشر کند.
- در شکل ۱۱ ارتباط این اسناد با هم نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۱- قوانین علم و فناوری ژاپن

مهم‌ترین ویژگی‌های سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن، که برپایه آینده‌نگاری انجام می‌شود، را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- الف- برنامه‌ها به صورت مشارکتی و با حضور خبرگانی از حوزه‌های مختلف تدوین می‌شوند.
- ب- بنیان برنامه‌ها بر پیش‌بینی آینده و میزان اهمیت موضوعات بنا شده است.
- ج- در برنامه آینده‌نگاری اولویت‌ها به صراحت بیان نمی‌شوند و صرفاً موقعیت هر حوزه در مقایسه با دیگر حوزه‌ها و بنا به اهمیت آن برای کشور رده‌بندی می‌شود، اما در برنامه جامع، اولویت‌ها به صورت صریح آورده می‌شوند و اولویت‌ها بر اساس نتایج آینده‌نگاری ملی است.
- د- سیاست‌ها و راهبردهای تدوین شده برای علم و فناوری ژاپن بر اساس تحلیل برنامه آینده‌نگاری این کشور تهیه می‌شود و با نام «برنامه جامع علم و فناوری کشور» و با تصویب دولت منتشر می‌شود.
- ه- برنامه‌ها به صورت دوره‌ای (هر پنج سال یک‌بار) بازبینی می‌شوند.
- و- برنامه آینده‌نگاری ملی تنها برنامه آینده‌نگاری در سطح کشور نیست، بلکه برنامه‌ای جامع است که تقریباً مهم‌ترین حوزه‌های علم و فناوری را پوشش می‌دهد. اگر چه در سطح وزارتخانه‌ها ممکن است برنامه‌های آینده‌نگاری متناسب با مسائل آنان اجرا شود.
- ز- فرایند اجرایی هر آینده‌نگاری ملی در حدود ۱۸ ماه به طول می‌انجامد.

- ح- برای پشتیبانی علمی برنامه در تمام پنج سال وقفه میان دو برنامه، گروهی متمرکز به این مسئله می پردازند.
 - ط- نتایج پیوسته پایش می شود و گروه مدیریت برنامه وظیفه مشاوره به دولت مردان را نیز بر عهده دارد.
 - ی- نتایج برنامه ها انتشار عمومی و گسترده می یابد.
 - ک- پیش از شروع هر برنامه، تعدادی از حوزه ها انتخاب می شوند و فرایند آینده نگاری بر آن حوزه ها متمرکز می شود.
 - ل- تجربیات سال های گذشته نشان داده است که موضوعاتی که از نظر خبرگان اهمیت بیشتری دارند، به میزان افزون تری نسبت به دیگر موضوعات محقق شده اند. به زبان دیگر نرخ تحقق در موضوعات با اهمیت بالا بیش از نرخ تحقق در موضوعات با اهمیت پایین بوده است.
 - م- مقایسه میان نتایج حاصل از برنامه و بودجه های صرف شده در حوزه های دارای اولویت، بیانگر تأثیر شدید این نتایج بر تصمیم گیری ها است.
- پس از مرور بر جایگاه آینده نگاری در سیاست گذاری های علم و فناوری در کشور ژاپن، مؤسسه ملی سیاست گذاری علم و فناوری (نیستپ)^۱ که مسئول برنامه ریزی و اجرای آینده نگاری های ملی در این کشور بوده است، معرفی می شود.

۵-۲-۲- مؤسسه مجری برنامه آینده نگاری

مؤسسه ملی سیاست گذاری علم و فناوری مسئول برنامه ریزی و اجرای آینده نگاری ملی در ژاپن است. در سال ۱۹۸۵ میلادی گزارش «شورای موقت ارتقای اصلاحات اجرایی»^۲ سیاست پژوهی^۳ در زمینه علم و فناوری را به عنوان فرآیندی برای تقویت برنامه ریزی های این حوزه مورد تأکید قرار داد. به همین دلیل، مؤسسه ملی سیاست گذاری علم و فناوری در ژوئیه سال ۱۹۸۸ به مثابه سازمان پژوهشی وابسته به «آژانس علم و فناوری» ژاپن تأسیس شد و مسئولیت هدایت پژوهش های نظری و کاربردی در حوزه سیاست های علم و فناوری را برعهده گرفت.

چندی بعد در سال ۲۰۰۱ میلادی و پس از اصلاحات ساختاری دولت مرکزی

1- National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

2- Council for Promotion of Administrative Reform

3- Policy Research

ژاپن، این مؤسسه زیر نظر «وزارت آموزش، فرهنگ، ورزش، علم و فناوری (مِکست)»^۱ قرار گرفت. نیستپ مأموریت خود را حول سه محور اصلی تعریف می‌کند (www.nistep.go.jp):

- الف- کمک به رهبری، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاریهای علمی و فناوری دولت از طریق پژوهش در خصوص سیاست علم و فناوری با رویکردی جامع و بلندمدت؛
 - ب- ارائه نتایج مطالعات به شرکت‌ها و سازمان‌ها برای کمک به آنها در تدوین راهبردهای علمی و فناوری و نیز مدیریت نوآوری؛
 - ج- تلاش برای ارتقای مطالعات در زمینه سیاست‌گذاری از طریق هم‌افزایی میان سازمان‌ها و اشخاص حقیقی داخل و خارج ژاپن و افزایش تعداد برنامه‌های مشترک پژوهشی، تعداد پژوهشگران حوزه سیاست‌گذاری و غیره.
- علاوه بر این، نیستپ به منظور تحقق اهداف فوق، چند محور اصلی مطالعاتی به قرار زیر را دنبال می‌کند:
- الف- تحقیق درباره فرایندهای تحقیق و توسعه: برخی از موضوعات در این زمینه عبارت‌اند از:
 - شناسایی روندهای ملی و بین‌المللی تحقیق و توسعه
 - تأمین مالی تحقیق و توسعه
 - ارزیابی تحقیق و توسعه
 - ب- مطالعه درباره فرایندهای تطابق فناوری با نیازهای اقتصادی و اجتماعی: فرایندهایی برای تطابق فناوری‌ها (محصولات تحقیق و توسعه) با نیازهای اقتصادی و اجتماعی وجود دارند. همچنین، فرایندهایی هستند که مطابق نیازها، تحقیق و توسعه را هدایت می‌کنند.
 - ج- مطالعه درباره رابطه کلی علم، فناوری و جامعه و تدوین اقدامات لازم برای تقویت پل‌های ارتباطی میان علم، فناوری و جامعه.
 - د- مطالعاتی که نسبت به حوزه‌های فوق، مقولاتی مشترک یا پایه هستند یا مجموعه‌ای از حوزه‌های بالا هستند، همچون: پیمایش، آینده‌نگاری فناوری، توسعه و به‌روزرسانی شاخص‌های علم و فناوری و روندهای سیاست‌های علم و فناوری در کشورهای دیگر.
- در ادامه آینده‌نگاری‌های هفتم و هشتم ژاپن به اختصار توضیح داده می‌شود و نتایج بخش زیست فناوری در دلفی هشتم مرور می‌شود.

1- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

۵-۲-۳- دلفی هفتم - سال ۲۰۰۰

دلفی هفتم ژاپن که در سال ۲۰۰۰ میلادی انجام گرفت، هفتمین دور از برنامه‌های آینده‌نگاری ژاپن بود که از سال ۱۹۷۰ میلادی هر پنج سال یک‌بار انجام می‌شود. در این دلفی نیز ژاپنی‌ها افق زمانی سی‌ساله، یعنی تا سال ۲۰۳۰، را بررسی کرده‌اند و ۱۰۶۵ گزارهٔ مختلف از شانزده حوزهٔ علمی - فناوریانه را به قضاوت بیش از چهارهزار متخصص (هر چند در حدود سه هزار و یکصد نفر تا پایان برنامه به مشارکت خود ادامه دادند) گذاشته‌اند.

پیمایش پیش‌بینی فناوری ژاپن با توجه به دربرگرفتن بیش از یک هزار گزاره، در واقع فعالیت گسترده و بزرگی است که از توضیح مبانی و اصول علمی تا استفاده عملی از فناوری در همهٔ زمینه‌های مورد پیمایش را شامل می‌شود. در دلفی هفتم، ژاپنی‌ها سه حوزهٔ مستقل جدید و غیرفناورانه، شامل «توزیع»، «کسب‌وکار» و «مدیریت و خدمات» را به کاربردهای فناوری افزودند تا درک صحیح‌تری از کاربردهای اجتماعی این فناوری‌ها به‌دست آورند. متخصصان بررسی این حوزه‌ها، خبرگانی از علوم اجتماعی و فرهنگی بودند و به بررسی نیازهای اجتماعی و اقتصادی آینده، به‌مثابهٔ مبنایی برای تنظیم گزاره‌های پیمایش پرداختند.

وزارت آموزش، فرهنگ، ورزش، علم و فناوری (مکست) ژاپن یک کمیتهٔ راهبری (شامل رئیس، نایب رئیس و شانزده رئیس کمیته‌های فرعی)، در موسسه نیستپ دایر نمود و «مؤسسهٔ فناوری آینده^۱»، چهارده کمیتهٔ فرعی در حوزهٔ فناوری و سه کمیتهٔ فرعی در حوزهٔ نیازها راه‌اندازی نمود که هر یک با مسئولیت یکی از اعضای کمیتهٔ راهبری هدایت می‌شدند. کمیته‌های فرعی حوزه‌های فناوریانه، متخصصان فناوریانه از حوزهٔ مربوط و کمیته‌های فرعی حوزهٔ نیازها، متخصصان علوم اجتماعی و فرهنگی را شامل می‌شدند.

کمیتهٔ راهبری ساختار کلی برنامه، همچون برنامهٔ پیمایش، نتایج و ملاحظات عملی آن را در تمام حوزه‌ها مطالعه کرد. علاوه بر این، کمیته‌های فرعی حوزه‌های فناوریانه، گزاره‌های پیمایش را تنظیم کردند، مشارکت‌کنندگان در پیمایش را برگزیدند و به تحلیل نتایج پیمایش مربوط به حوزهٔ خود پرداختند. از این گذشته، کمیتهٔ نیازسنجی نیز روندهای ممکن در حوزه‌های اقتصادی و اجتماعی را در طول سی سال آینده شناسایی کرد. پس از تحلیل نتایج، کمیته‌های حوزه‌های فناوریانه، گزارش‌های مربوط به حوزه‌های خود و کمیته‌های حوزهٔ نیازها نیز با خلاصه کردن نتایج از دیدگاه نیازمحور، گزارش‌های خود را تدوین کردند. نیستپ به تحلیل همهٔ حوزه‌های بررسی‌شده در پیمایش پرداخت و کمیتهٔ راهبری گزارشی جامع مبتنی بر این تحلیل ارائه کرد. کمیته‌های فرعی حوزه‌های فناوریانه عبارت بودند از:

- اطلاعات و ارتباطات
 - علوم الکترونیک
 - علوم زیستی
 - بهداشت و مراقبت‌های پزشکی
 - کشاورزی، جنگلداری، ماهیگیری و غذا
 - دریاشناسی، زمین‌شناسی و فضا
 - منابع، انرژی و محیط زیست
 - مواد و فرایندها
 - ساخت
 - توزیع
 - کسب‌وکار و مدیریت
 - شهرسازی و ساخت‌وساز
 - حمل‌ونقل
 - خدمات
- کمیت‌های فرعی حوزه‌های نیازها نیز عبارت بودند از:
- نظام‌های اقتصادی و اجتماعی جدید
 - جامعه‌رو به پیری
 - ایمنی و امنیت

در کمیت‌های فرعی علوم زیستی، بررسی‌هایی در خصوص حوزه زیست‌فناوری انجام گرفت و از خبرگان این حوزه در خصوص فناوری‌ها و علوم این حوزه نظرخواهی شد. در این پیمایش ژاپنی‌ها ساختاری را ابداع کردند که هنگام ارزیابی و انتخاب گزاره‌های پیمایش نه تنها بر قضاوت دانشمندان و مهندسان تمرکز می‌کند، بلکه دیدگاه‌های طیف گسترده‌ای از متخصصان علوم اجتماعی و فرهنگی را نیز گرد می‌آورد؛ محدوده‌های گسترده‌ای از فناوری اطلاعات را درون اجتماع و اقتصاد به عنوان حوزه‌های مستقل پذیرفتند، به ویژه محدوده‌هایی که ژاپن در آنها از نظر رقابت‌پذیری ضعف دارد و در این حوزه‌ها نه تنها فناوری‌ها را بررسی کردند، بلکه عوامل اجتماعی و اقتصادی بسیار نزدیک و مرتبط با آن فناوری‌ها را نیز به منزله گزاره‌های پیمایش مورد توجه قرار دادند.

پیمایش هفتم ژاپن نیز همچون اسلاف خود با استفاده از روش دلفی انجام شد و پاسخ‌ها از طریق دو دور پرسش‌نامه جمع‌آوری شدند. کمیت‌های فرعی نیازها، نیازهای اجتماعی -

اقتصادی آینده را با توجه به موضوع‌های انعکاس یافته در نام این زیرگروه‌ها بررسی کردند. این موارد تحت عنوان اقلام نیازها به کمیته‌های فرعی فناورانه ارسال شدند. کمیته‌های فرعی فناورانه نیز با در نظر گرفتن اقلام نیازها، گزاره‌ها را تنظیم کردند. این کمیته‌ها در ابتدا قلمرو پیمایش هریک از حوزه‌ها را تعیین و جهت گیری آینده توسعه فناورانه را بررسی کردند و سپس چارچوبی را فراهم آوردند که تضمین می‌کرد هیچ گزاره مهمی نادیده گرفته نمی‌شود، بدین ترتیب هریک از کمیته‌ها فهرستی از گزاره‌ها را تهیه کردند.

از سوی دیگر، پاسخ‌دهندگان بر اساس پیشنهادهای اعضای هریک از کمیته‌های فرعی فناورانه انتخاب شدند. هم‌زمان با درخواست پیشنهاد از اعضا، تلاش شد فهرست بلندی از خبرگانی که دانش گسترده‌ای درباره گزاره‌ها یا حوزه‌های مربوط دارند، تدوین شود، ضمن این‌که کوشش شد ترکیبی مناسب از نمایندگان صنعت، دولت و دانشگاه نیز در این فهرست گنجانده شود. پاسخ‌دهندگان باید به کار تحقیق و توسعه مشغول بوده یا از مدیران تحقیقاتی می‌بودند و دانش تخصصی در حوزه‌های مربوط داشتند (NISTEP, 2001).

پس از این مرحله، پرسش‌نامه‌ها چنان تنظیم شدند که نکات زیر را دربرگیرند:

- میزان تخصص
- میزان اهمیت برای ژاپن
- اثر مورد انتظار
- زمان تحقق پیش‌بینی شده
- کشورهای پیشرو در حال حاضر
- اقدامات مؤثری که دولت باید اتخاذ کند
- مشکلات بالقوه در ژاپن

افزون بر پرسش‌های بالا، سؤال‌هایی نیز درباره جهت گیری تحقیق و توسعه در ژاپن و دورنمای کلی توسعه فناورانه در همه حوزه‌ها مطرح شد. همچنین، از پاسخ‌دهندگان درخواست شد تا توضیحاتی را درباره موارد زیر بنویسند:

- چشم‌اندازهای علم و فناوری در سده بیست و یکم (در پرسش‌نامه اول)
- سیاست‌گذاری علم و فناوری در ژاپن (در پرسش‌نامه دوم)
- توضیحاتی درباره روند اجرای پیمایش (در پرسش‌نامه اول و دوم)

ژاپنی‌ها پس از انجام دو دور پیمایش دلفی، تحلیل‌های بسیار متنوعی را بر پاسخ‌های به‌دست‌آمده انجام دادند و به نتایج جالبی دست یافتند. این تحلیل‌ها بر اقلام پیمایش دلفی هفتم، یعنی میزان اهمیت برای ژاپن، اثر مورد انتظار، زمان تحقق پیش‌بینی شده، کشورهای پیشرو در

حال حاضر، اقدامات مؤثری که دولت باید اتخاذ کند و مشکلات بالقوه در ژاپن صورت گرفت که در ادامه به اختصار به تحلیل‌های میزان اهمیت اشاره می‌شود.

در بخشی از پرسش‌نامه از پاسخ دهندگان خواسته شده بود تا اهمیت هر گزاره را با مقادیر «زیاد»، «متوسط»، «کم» و «بی‌اهمیت» مشخص کنند. ضرایب اهمیت برای گزاره‌ها و بر اساس تعداد کل پاسخ‌دهندگان براساس عدد ۱۰۰ برای میزان اهمیت «زیاد» و ۵۰ برای «متوسط»، ۲۵ برای «کم» و صفر برای «بی‌اهمیت» محاسبه شد. این ضرایب در حقیقت بیان‌کننده اولویت‌های ضمنی حوزه بودند که با رابطه زیر بیان می‌شد:

$$I_{index} = (100 * N_{high} + 50 * N_{medium} + 25 * N_{low}) / N_{all}$$

I_{index} = میزان اهمیت شاخص

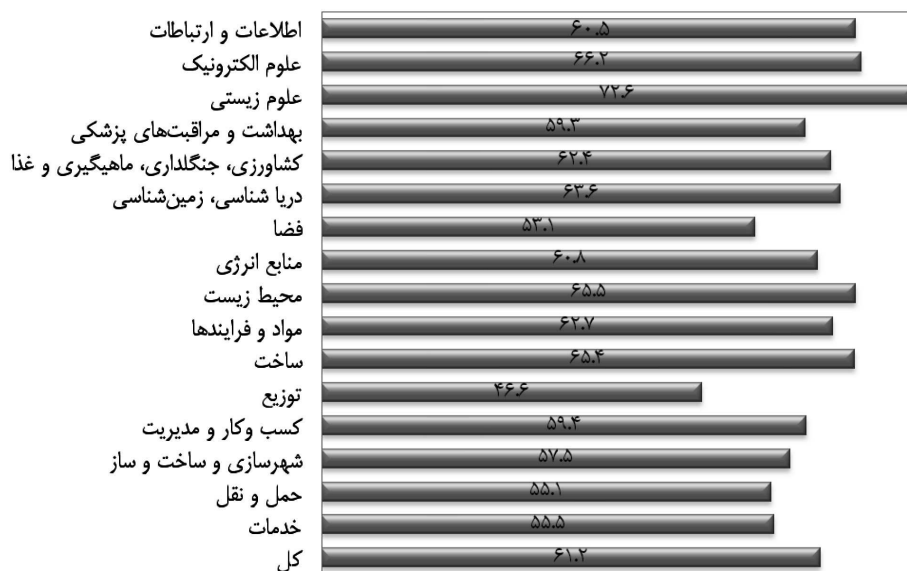
N_{high} = تعداد پاسخ‌های «بالا»

N_{medium} = تعداد پاسخ‌های «متوسط»

N_{low} = تعداد پاسخ‌های «پایین»

N_{all} = تعداد کل پاسخ‌های مربوط به میزان اهمیت (تعداد پاسخ‌های «بالا» + تعداد پاسخ‌های «متوسط» + تعداد پاسخ‌های «پایین» + تعداد پاسخ‌های «بی‌اهمیت»)

میانگین شاخص اهمیت برای همه گزاره‌ها معادل ۶۱/۲ بود که اندکی کمتر از همین شاخص در پیمایش ششم (یعنی ۶۲/۱) است. بر این اساس، حوزه علوم زیستی بیشترین میزان اهمیت (معادل ۷۲/۶) را دارا بود و پس از آن علوم الکترونیک (۶۶/۲)، محیط زیست (۶۵/۵) و ساخت (۶۵/۴) قرار داشتند، در حالی که کمترین میزان مربوط به حوزه توزیع (۴۶/۶) و هوافضا (۵۳/۱) بود. حوزه‌ای که بیشترین تعداد گزاره را در بین ۱۰۰ گزاره دارای بیشترین میزان اهمیت دارا بود، حوزه علوم زیستی با ۲۱ گزاره بود و پس از آن علوم الکترونیک (۱۲ گزاره)، مواد و فرایندها (۱۰ گزاره)، کشاورزی، جنگل‌داری، ماهیگیری و غذا (۹ گزاره)، اطلاعات و ارتباطات (۷ گزاره) و دریانشناسی و زمین‌شناسی (۷ گزاره) قرار می‌گرفتند. بررسی میزان اهمیت گزاره‌ها نشان می‌داد که همه گزاره‌های بااهمیت «زیاد» مربوط به جنبه‌هایی از نگرانی‌های شدید اجتماعی بودند. شکل ۱۲ شاخص اهمیت برای هریک از حوزه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱۲- شاخص اهمیت حوزه‌ها در دلفی هفتم ژاپن

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، هریک از حوزه‌ها با توجه به میزان اهمیت آن حوزه برای ژاپن آورده شده است. میزان اهمیت هریک از حوزه‌ها به تفکیک برای هر سال نیز تهیه می‌شود. گفتنی است که اهمیت موضوع‌ها به صورت ضمنی دربردارنده اولویت‌های ژاپن برای هریک از حوزه‌هاست ولی هیچ‌گاه به صورت قانون و اولویت صریح آینده‌نگاری ذکر نمی‌شوند (NISTEP, 2001).

۵-۲-۴- دلفی هشتم - سال ۲۰۰۵

دلفی هشتم ژاپن از سپتامبر ۲۰۰۴ تا ژانویه ۲۰۰۵ میلادی در دو مرحله برگزار شد. در دلفی هشتم برای نخستین بار از ساختار «حوزه^۱، قلمرو^۲ و گزاره^۳» استفاده شد. در این ساختار هر حوزه شامل چند قلمرو و هر قلمرو دربرگیرنده تعدادی گزاره مختلف است. قلمروها در واقع

1- Field

2- Area

3- Topic

بخش میان حوزه و گزاره‌ها هستند که فناوری و تحقیقات مختلفی را شامل می‌شوند. گزاره‌ها نیز فناوری کلیدی و عناوین تحقیقاتی بارز هستند. برخی از گزاره‌ها به نظام‌های اجتماعی و شبکه‌های زندگی مربوط‌اند که اصالتاً از جنس فناوری نیستند اما بر پیشرفت‌های فناورانه مؤثر بوده یا تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. حوزه‌های مورد مطالعه در دلفی هشتم عبارت بودند از:

- اطلاعات و ارتباطات
- الکترونیک
- علوم زیستی
- سلامت، مراقبت‌های پزشکی و رفاه
- کشاورزی، جنگل‌داری، شیلات و غذا
- حوزه‌های پیشرو
- انرژی و منابع
- محیط زیست
- ریز (نانو) مواد
- ساخت و تولید
- زیرساخت‌های صنعتی
- زیرساخت‌های اجتماعی
- فناوری‌های اجتماعی

در این مطالعه نیز در حوزه علوم زیستی بر بخش زیست‌فناوری تمرکز شد و از متخصصان و خبرگان این حوزه نظرخواهی گردید.

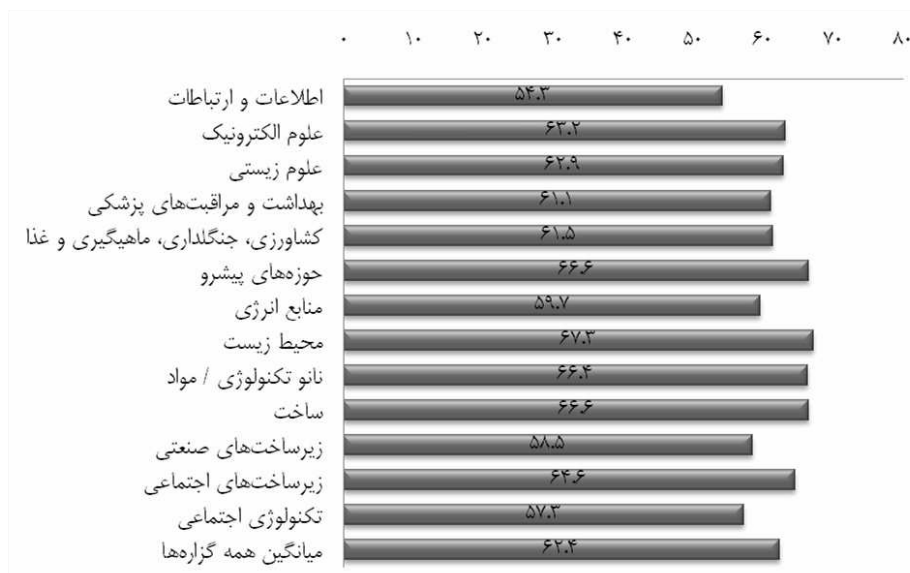
در اجرای دلفی هشتم ژاپن، پرسش‌نامه‌های مربوط به حوزه‌های بالا، شامل ۱۳۰ قلمرو و ۸۵۸ گزاره، در طی مباحثات متعدد با حضور ۱۷۰ متخصص در کمیته‌های فرعی طراحی و در دو مرحله برای خبرگان (که اعضای کمیته‌های فرعی آنها را انتخاب کرده بودند) ارسال شد. در مرحله نخست ۴۲۱۹ پرسش‌نامه ارسال و ۲۶۵۹ پاسخ‌نامه دریافت شد که نشان‌دهنده ضریب پاسخ‌گویی ۶۳ درصد بود. در دور دوم ۲۶۵۹ پرسش‌نامه ارسال و ۲۲۳۹ پاسخ‌نامه، با ضریب پاسخ‌گویی ۸۴ درصد، دریافت شد. در مجموع ضریب پاسخ‌گویی برابر ۵۳ درصد حاصل آمد. همچنین، در این دلفی، ۲۷ درصد از پاسخ‌گویان از بخش خصوصی، ۴۵ درصد دانشگاهی، ۱۹ درصد کارگزاران اجرایی مستقل و ۸ درصد دیگر موارد را شامل می‌شدند. افزون بر این، ۴۰ درصد بین ۵۰ تا ۶۰ سالگی، ۳۳ درصد ۴۰ تا ۵۰ سالگی، ۱۸ درصد کمتر از چهل سال بودند و ۵ درصد از پاسخ‌گویان را نیز زنان تشکیل می‌دادند (NISTEP, 2005).

در این دوره نیز همانند دوره‌های پیش، از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا اهمیت هرگزاره را با مقادیر «زیاد»، «متوسط»، «کم» و «بی‌اهمیت» مشخص کنند. شاخص‌های اهمیت برای گزاره‌ها و بر اساس تعداد کل پاسخ‌دهندگان بر پایه روابطی که پیش از این توضیح داده شد، به دست آمد. میانگین شاخص اهمیت برای همه گزاره‌ها معادل ۶۲/۴ بود که اندکی بیشتر از مقدار ۶۱/۲ در پیمایش هفتم است. بر اساس اهمیت، اولویت‌های مورد توجه خبرگان در این پیمایش مطابق جدول ۲ بوده است.

جدول شماره ۲- شاخص اهمیت شش حوزه دارای اولویت در دلفی هشتم ژاپن

حوزه	میزان اهمیت برای ژاپن
ریز (نانو) مواد	۶۶.۸
ساخت و تولید	۶۴.۱
حوزه‌های پیشرو	۶۳.۲
الکترونیک	۶۲.۲
انرژی و منابع	۶۱.۵
اطلاعات و ارتباطات	۵۴

وانگهی، بررسی میزان اهمیت گزاره‌ها مجدداً نشان می‌دهد که گزاره‌های با اهمیت «زیاد» مشخصاً مربوط به جنبه‌هایی از نگرانی‌های شدید اجتماعی هستند. شکل ۱۳ شاخص اهمیت هریک از حوزه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱۳- شاخص اهمیت حوزه‌ها در دلفی هشتم ژاین

همانگونه که مشاهده می‌شود هر یک از حوزه‌ها با توجه به میزان اهمیت آن حوزه برای ژاین آورده شده است. در بین این حوزه‌ها، حوزه‌ای به نام علوم زیستی^۱ وجود دارد که گزاره‌های مربوط به حوزه زیست‌فناوری در آن آورده شده‌اند. این حوزه دربردارنده ۱۱ قلمرو و ۶۵ گزاره می‌باشد. این ۱۱ قلمرو عبارت‌اند از:

1. Basic research in drug development
2. Basic research for new medical technologies
3. Brain generation and growth
4. Higher-order brain functions
5. Understanding and treating brain conditions
6. Regenerative medicine
7. Monitoring and sensor technology for biological substances
8. Control of higher-order biological functions

9. Information biology
10. Environmental and ecological biology
11. Nanobiology

در این ۱۱ قلمرو که تحت عنوان علوم زیستی در دلفی هشتم ژاپن بررسی شدند، گزاره‌هایی درخصوص زیست فناوری مطرح و از پاسخ‌دهندگان نظرخواهی شد. به عنوان مثال برخی از این گزاره‌ها به همراه نتایج‌شان در جدول زیر آورده شده‌اند. در این جدول (که به علت بزرگ بودن در دو قسمت آورده شده است)، تعداد ۶ گزاره مورد پرسش واقع شده و نتایج پاسخ‌های خبرگان ژاپنی در دور اول و دوم (ردیف‌های ۱ و ۲ مقابل هر گزاره) به این گزاره‌ها آورده شده است. همچنین پاسخ‌های خبرگانی که تخصص بالا در هر گزاره داشته‌اند در ردیف متمایزی (ردیف ۳ مقابل هر گزاره) آورده شده است (گفتنی است به دلیل تخصصی بودن پرسش‌ها و مشکلات موجود در ترجمه واژگان نوپدید، گزاره‌ها بدون ترجمه و به صورت اصلی آمده است).

هر یک از گزاره‌های مربوط به حوزه زیست فناوری بر یکی از فناوری‌های زیست فناوری تاکید داشت. همچنین اطلاعات ارزشمندی در خصوص زمان تحقق آن فناوری، نحوه اکتساب، کشورهای پیشرو، سیاست‌های کارآمد در توسعه آن فناوری و سایر موضوع‌های مرتبط ارائه شده است. این اطلاعات نه تنها در جهت گیری‌های پژوهشگران و متخصصان تاثیرگذار است، بلکه میزان اهمیت هر یک از فناوری‌ها را نشان داده و امکان مقایسه را میان فناوری‌های مختلف فراهم می‌آورد. ناگفته پیداست که چنین اطلاعاتی تا چه اندازه می‌تواند سیاست‌گذاری در علم و فناوری در هر حوزه‌ای، از جمله حوزه زیست فناوری را دقیق، کارا و اثربخش سازد. از سویی دیگر باید توجه داشت که دلفی به خوبی می‌تواند مشارکت متخصصان در فرآیند سیاست‌گذاری را تسهیل نماید، که این مشارکت گسترده نه تنها صحت و درستی سیاست‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه زمینه لازم برای کسب مشروعیت در جامعه علمی و فناورانه را نیز افزایش می‌دهد.

جدول شماره ۳- برخی از گزاره‌های حوزه زیست فناوری در دلفی هشتم ژاپن

ردیف	گزاره	پرونده	پایخ‌دهندگان (نفر)	میزان تخصص (درصد)				اهمیت برای ژاپن (درصد)				زمان تحقق تکنولوژیکی						تحقیق بن‌فایده شد (درصد)	نمی‌دانم (درصد)			
				زیاد	متوسط	کم	هیچ	ناقص	زیاد	متوسط	کم	هیچ	محقق نشده	۲۰۰۶-۲۰۱۰	۲۰۱۱-۲۰۱۵	۲۰۱۶-۲۰۲۵	۲۰۲۶-۲۰۳۵			۲۰۳۶-۲۰۴۵		
۴۰	Elucidation of the molecular mechanism of floral differentiation in higher-order plants.	دور اول	۱۰۵	۱۵	۲۶	۵۹	-	۴۷	۱۶	۴۴	۲۵	۵								۱۲	۰	
		دور دوم	۱۲۹	۱۲	۱۰	۷۸	-	۴۲	۷	۵۲	۲۵	۵									۵	۱
		تخصص بالا	۱۵	۱۰۰	۰	۰	-	۶۰	۲۰	۸۰	۰	۰									۰	۰
۴۱	Technology to select cells (clones) to produce specific useful antibodies.	دور اول	۱۶۵	۱۸	۳۳	۴۹	-	۵۹	۳۳	۴۶	۲۰	۲								۲	۰	
		دور دوم	۱۶۳	۲	۲۵	۵۸	-	۵۵	۱۷	۳۱	۱۱	۱									۱	۱
		تخصص بالا	۱۳	۱۰۰	۰	۰	-	۵۸	۲۵	۵۸	۱۷	۰									۰	۰
۴۲	Regulation of autoimmune disease such as chronic rheumatoid arthritis based on the elucidation of the mechanisms for self-disposal of mutant cell components.	دور اول	۱۵۵	۱۸	۳۴	۴۸	-	۷۳	۴۸	۴۶	۶	۰								۷	۰	
		دور دوم	۱۵۰	۶	۳۱	۶۲	-	۷۳	۴۸	۴۸	۴	۰									۲	۰
		تخصص بالا	۹	۱۰۰	۰	۰	-	۷۵	۵۶	۳۳	۱۱	۰									۰	۰
۴۳	Elucidation of immune system repair and regeneration mechanisms.	دور اول	۱۵۹	۱۹	۳۱	۵۰	-	۶۷	۴۱	۴۴	۱۵	۰								۶	۱	
		دور دوم	۱۵۳	۸	۲۹	۶۳	-	۶۳	۳۱	۶۱	۷	۱									۳	۱
		تخصص بالا	۱۳	۱۰۰	۰	۰	-	۷۹	۶۱	۳۹	۸	۰									۰	۰
۴۴	Elucidation of the mechanisms regulating the balance between immune system activation and suppression.	دور اول	۱۶۰	۱۸	۳۳	۴۹	-	۶۸	۴۴	۴۳	۱۳	۰								۵	۰	
		دور دوم	۱۵۵	۱۰	۲۷	۶۳	-	۶۵	۳۳	۶۱	۵	۱									۳	۰
		تخصص بالا	۱۵	۱۰۰	۰	۰	-	۸۳	۶۷	۳۳	۰	۰									۰	۰
۴۵	Elucidation of the influence of weightlessness on generation and the endocrine and immune systems.	دور اول	۱۰۹	۵	۲۵	۷۰	-	۲۵	۹	۲۵	۵۳	۱۳								۱۳	۳	
		دور دوم	۱۲۴	۲	۱۳	۸۵	-	۳۲	۴	۳۲	۶۵	۸									۱۳	۲
		تخصص بالا	۲	۱۰۰	۰	۰	-	۵۰	۵۰	۰	۰	۵۰									۵۰	۰

خبرگان ژاپنی در خصوص هر گزاره به موارد زیر پاسخ دادند: میزان تخصص در گزاره، اهمیت گزاره برای ژاپن، زمان تحقق فناوریانه گزاره، کشورهای پیشرو در گزاره، ضرورت مداخله دولت و اقدامات مؤثری که دولت باید برای تحقق فناوریانه گزاره اتخاذ کند، زمان کاربرد اجتماعی گزاره، ضرورت مداخله دولت و اقدامات مؤثری که دولت باید در کاربرد اجتماعی گزاره اتخاذ کند.

چنان‌که اشاره شد، نتایج به‌دست‌آمده از نظرهای خبرگان حوزه‌های مختلف در قالب روش دلفی، در تهیه سند علم و فناوری سال ۲۰۰۶ مورد استفاد قرار گرفت و اطلاعات ارزشمندی برای سیاست‌گذاری در حوزه علم و فناوری در ژاپن فراهم آورد. عنوان سند سوم علم و فناوری در سال ۲۰۰۶ «چالش ایجاد جامعه آینده - نقش علم و فناوری در جامعه‌ای پیر با کودکان کمتر^۱ بود.

سومین برنامه جامع علم و فناوری که در مارس ۲۰۰۶ تهیه شد، دربردارنده اصل «توسعه ابزارهای علمی و فناوریانه‌ای که از سوی همگان مورد حمایت واقع شود، جامعه را منتفع نماید و بر پرورش منابع انسانی و توسعه یک محیط رقابتی تمرکز کند» بود. در این برنامه به‌منظور پی‌گیری موضوعاتی همچون مشکلات زیست‌محیطی جهانی و تغییرات در جامعه (که به علت تبدیل جامعه ژاپن به جامعه‌ای پیر با کودکان کمتر اهمیت داشت)، بر اساس اولویت‌های راهبردی در علم و فناوری، بر ارزیابی، اصلاحات و فعالیت‌های معطوف به بهبود درک علم و فناوری تمرکز شده است (MEXT, 2006).

۶ چگونگی اجرای طرح پامفا

در کشورمان ایران پس از کوشش‌های بسیار برای برنامه‌ریزی‌های بلندمدت توسعه، در اوایل دهه ۱۳۸۰ خورشیدی با بهره‌گیری از مفاهیم و ابزارهای نوین سیاست‌گذاری کلان، تلاش‌هایی برای ترسیم آینده مطلوب کشور انجام گرفت که نتیجه آن تدوین و ابلاغ «سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی» بود.

دستیابی به آرمان‌های مندرج در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴، منوط به شناسایی نقاط اصلی عزیمت و تعیین مسیر راه برای تحقق آن اهداف است. از این رو، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور در جایگاه کانون تفکر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بنا به مأموریت خود مبنی بر سیاست‌پژوهی در خصوص شناسایی حوزه‌های علم و فناوری مورد نیاز کشور، از سال ۱۳۸۵ طرحی را با عنوان «پایلوت آینده‌نگاری مناسب‌ترین فناوری‌های ایران ۱۴۰۴» (پامفا) آغاز کرد. پامفا عنوان نخستین طرح راهنمای آینده‌نگاری است که می‌کوشد نگاهی بلندمدت به آینده علم و فناوری در ایران در افق سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ بیفکند. هدف اصلی این پروژه عبارت است از: «شناسایی آینده‌های بدیل فناوری‌ها در ایران و مطلوب‌ها و نامطلوب‌های موجود در آنها».

بذر اولیه پامفا در آغاز سال ۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور کاشته شد و پس از آن موضوع با شماری از سازمان‌هایی که مطالعات یا پروژه‌هایی را در این زمینه انجام

داده بودند، در میان گذاشته شد تا طرحی فراسازمانی شکل گیرد و به اصل مشارکتی بودن فرایند آینده‌نگاری توجه شود. وانگهی، به دلیل اهمیت و سنگینی برنامه آینده‌نگاری لازم بود تا درک درستی نیز از محیط سیاست‌گذاری علم و فناوری ایران پدید آید. از این رو، تصمیم بر آن شد تا طرح پامفا در چند مرحله اجرا شود و رفته رفته تکامل یابد. بدین منظور، گروهی متشکل از خبرگان و سازمان‌های فعال در این زمینه، تحت عنوان «کمیته راهبری» در آبان‌ماه همان سال تشکیل شد تا از سویی راهبردهای کلی طرح را تعیین کند و از سوی دیگر، مشارکت سازمان‌های مختلف در طرح را آسان سازد. در این طرح، بر فناوری‌های عمده و همچنین نتایج برآمده از آینده‌نگاری تمرکز شد.

۶-۱- مراحل اجرایی آینده‌نگاری

از منظر اجرایی، فعالیت آینده‌نگاری را می‌توان به سه مرحله عمده تقسیم نمود که در هر یک از این مراحل، بخشی از فرایند انجام می‌پذیرد. این مدل در فعالیت بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است. این سه مرحله عبارت‌اند از:

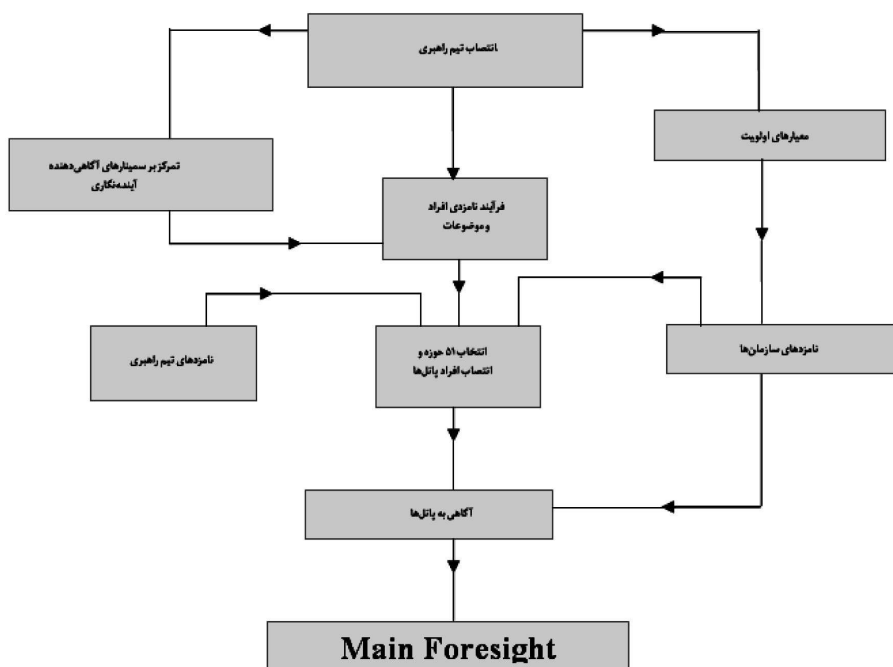
- مرحله پیش آینده‌نگاری^۱: در این مرحله، فعالیت‌های آماده‌سازی برای اجرای آینده‌نگاری اصلی انجام می‌شود. غالباً فعالیت‌هایی نظیر تعیین اهداف، توسعه مفاهیم و روش‌شناسی آینده‌نگاری در میان مشارکت‌کنندگان (اعضای پانل، کمیته راهبری، تیم اجرایی)، تهیه منابع و مواد لازم را در بر می‌گیرد. به عنوان نمونه در مستندات منتشرشده در خصوص آینده‌نگاری مجارستان آمده است که «در مرحله‌ی پیش‌آینده‌نگاری سمینارهای آگاهی‌دهنده در کشور جهت گسترش مفهوم جدید آینده‌نگاری میان خبرگان و صاحبان مشاغل برگزار شد. شرکت‌کنندگان و سازمان‌دهندگان این سمینارها (اتاق‌های بازرگانی و انجمن‌های علمی) نیز برای نام‌نویسی، به عنوان اعضای پانل، دعوت شدند. گروه راهبری شامل ۲۰ نفر از پیشگامان صنعت، دانشگاه و دولت بود که در اکتبر ۱۹۹۷ جهت نظارت بر برنامه تشکیل شد.»

- مرحله اصلی آینده‌نگاری^۲: در این مرحله روش‌های اصلی هر آینده‌نگاری مانند دلفی، سناریو یا پانل پیاده می‌شود. پرسش‌نامه‌ها برای مشارکت‌کنندگان و خبرگان ارسال می‌شود و پاسخ‌ها مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد.

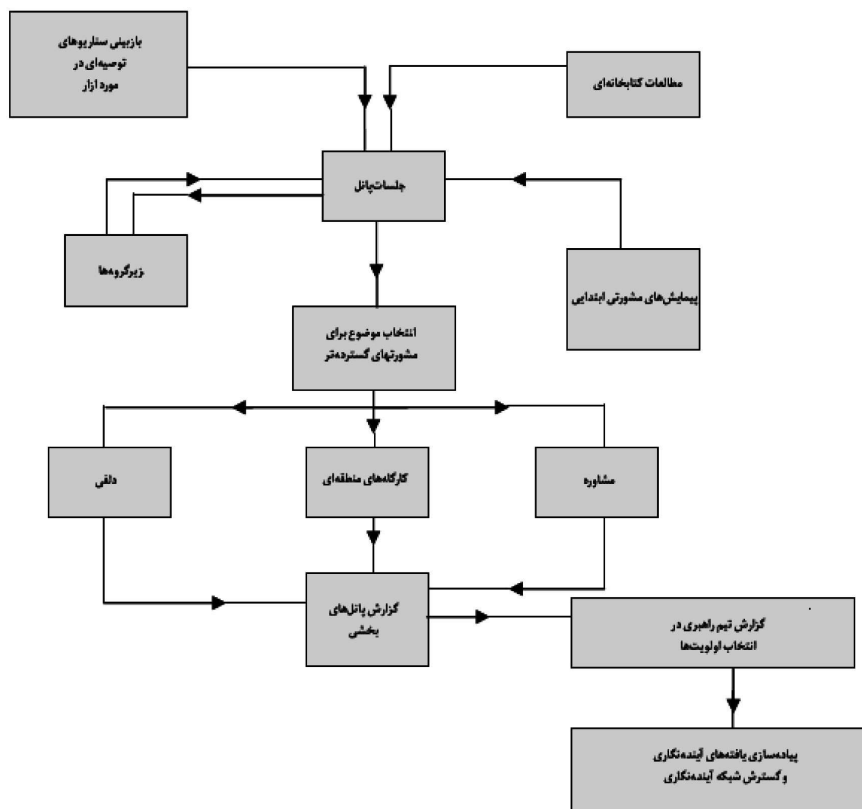
1- Pre-Foresight

2- Foresight Phase or Main-Foresight

- مرحله پس آینده‌نگاری^۱: در این مرحله فعالیت‌های مربوط به انتشار نتایج، اشاعه نتایج در بین سیاست‌گذاران و یا حتی پیاده‌سازی نتایج انجام می‌پذیرد. شکل‌های ذیل دو مرحله پیش آینده‌نگاری و مرحله اصلی آینده‌نگاری را در اولین پروژه آینده‌نگاری انگلستان نشان می‌دهند (Miles and Keenan, 2000).



شکل شماره ۱۴- مرحله پیش آینده‌نگاری در اولین برنامه آینده‌نگاری انگلستان



شکل شماره ۱۵- مرحله اصلی آینده‌نگاری در اولین برنامه آینده‌نگاری انگلستان

مطالعه فعالیت آینده‌نگاری کشورهای مختلف مؤید آن است که در تعدادی از کشورها، زمانی که اولین دور از فعالیت آینده‌نگاری انجام شده است، مرحله مقدماتی را نیز به مراحل سه‌گانه فوق افزوده‌اند. به عنوان نمونه در کره جنوبی و آلمان برنامه آینده‌نگاری همراه با یک فاز مقدماتی انجام گرفته است.

در کره جنوبی در این مرحله از خبرگان حوزه علم و فناوری دعوت گردید تا به ارائه دیدگاه‌های خود بپردازند. از آن جا که این پیش فرض اساسی وجود داشت که ویژگی‌های جامعه کره، ویژگی‌های منحصر به فرد است که آن کشور را از سایر کشورها متمایز می‌کند، و از سویی دیگر کره کشوری در حال توسعه است که از کشورهای توسعه یافته متفاوت است، لذا تصمیم

گرفته شد تا از طریق جمع‌آوری ایده به شناسایی موضوعات مورد پژوهش پرداخته شود. از این رو برای ۲۵۰۰ نفر از خبرگان پرسش‌نامه‌های باز ارسال گردید و از آنان خواسته شد تا چنانچه به نظر آنان موضوعاتی برای ۲۰ سال آینده برای جامعه کره حائز اهمیت است، آن موضوعات را برای گروه مجری ارسال نمایند (Shin). در آلمان نیز در مرحله مقدماتی فعالیت‌هایی به منظور شناسایی توانمندی‌های این کشور در برگزاری آینده‌نگاری انجام شد. در طرح پامفا نیز به دلیل آن‌که اولین تجربه آینده‌نگاری ملی کشور بود، مرحله مقدماتی در مطالعه در نظر گرفته شد. در ادامه هر یک از مراحل اجرای پروژه (شکل زیر) به صورت تفکیکی مرور شده است.



شکل شماره ۱۶- مراحل اجرایی طرح پامفا

۶-۱-۱- مرحله ۱: مرحله مقدماتی^۱

شناسایی ویژگی‌های آینده‌اندیشانه جامعه علمی هر کشوری نخستین گام ضروری برای هر فعالیت آینده‌نگاری است. مرحله اول پامفا ۱۴۰۴ پاسخی به این ضرورت از طریق توزیع پرسش‌نامه‌های آینده‌نگاری ژاپن (دلفی هشتم) در میان جامعه خبرگان علمی کشور بود. در مرحله اول طرح پامفا، پرسش‌نامه‌های شش حوزه برنامه آینده‌نگاری هشتم ژاپن که در سال ۲۰۰۵ میلادی انجام پذیرفته، انتخاب و با تغییرات اندکی در میان خبرگان توزیع شد تا محیط سیاست‌گذاری و خبرگان شناسایی شوند (شکل زیر).



شکل شماره ۱۷- فعالیت‌های عمده در مرحله مقدماتی پامفا

شش حوزه زیر برای مطالعه در این مرحله انتخاب شد:

- اطلاعات و ارتباطات
- نانو فناوری
- الکترونیک
- انرژی و منابع
- ساخت و تولید
- حوزه‌های پیشرو (هوا، فضا و دریا)

این حوزه‌های شش‌گانه از میان ۱۳ حوزه آینده‌نگاری ژاپن انتخاب شده بود. پس از بازطراحی پرسش‌نامه‌ها، در بهمن ماه ۱۳۸۵ توزیع پرسش‌نامه‌ها در تهران آغاز شد. در این مرحله ۶۲ نفر از متخصصان در زمینه علوم مهندسی و فیزیکی به کارگاه ویژه‌ای در برنامه دعوت شدند تا در این کارگاه به پاسخ‌دهی سوالات بپردازند (پایا و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین، پرسش‌نامه برای ۴۵۰ نفر از پژوهشگران نیز از طریق پست ارسال گردید. شورای راهبری پروژه توافق کرد به منظور عام‌تر کردن فواید عملی و نظری طرح، دلفی در برخی شهرستانها انجام شود و بدین ترتیب پرسش‌نامه‌ها هم‌زمان در دانشگاه صنعتی اصفهان در قالب برنامه‌ای کارگاهی توزیع گردید (پایا و همکاران، ۱۳۸۶). در این جلسه نیز ۶۰ نفر از اساتید و پژوهشگران شرکت نمودند

و به پاسخ‌دهی پرسش‌نامه‌ها پرداختند. به این ترتیب پرسشنامه‌ها برای ۵۸۰ نفر از خبرگان ارسال گردید. لازم به توضیح است که در این فعالیت مقدماتی تنها پرسش‌نامه‌ها در یک دور ارسال شد و هدف از این تصمیم مقایسه نتایج پاسخ‌دهندگان ایرانی با وضعیت جهانی بود. نرخ بازگشت پرسش‌نامه از طرف خبرگان ایرانی در دور اول برابر با ۱۳ درصد (۷۸ بازگشت از میان ۵۸۰ پرسش‌نامه توزیع شده) بود، که اولین هشدار را برای طراحی برنامه آینده‌نگاری ملی به همراه داشت. تحلیل پاسخ‌های خبرگان کشور زیربنای لازم را برای طراحی مرحله دوم پامفا آماده ساخت. نتایج ارزنده حاصل از این مرحله توانست اطلاعات بسیاری را چه در خصوص چارچوب مفهومی و چه در خصوص اجرای طرح در اختیار قرار دهد. شناخت فرایند اجرای کار و دستیابی به رفتار جامعه خبرگان ایرانی مهمترین نتایج این مرحله یک ساله بودند.

۶-۱-۲- مرحله ۲: پیش آینده‌نگاری

در مرحله پیش آینده‌نگاری، بر اساس تحلیل نتایج مرحله مقدماتی، طرح اولیه از آینده‌نگاری ملی تدوین شد. همچنین مقدمات مورد نیاز برای انجام آینده‌نگاری اصلی تهیه شد (شکل زیر). در این مرحله به صورت کلی دو فعالیت تعیین قلمرو و تشکیل ساختار سازمانی مناسب انجام شد که در ادامه توضیح داده می‌شوند.



شکل شماره ۱۸ - فعالیت‌های عمده در مرحله پیش آینده‌نگاری پامفا

الف- فرآیند تعیین قلمرو^۱

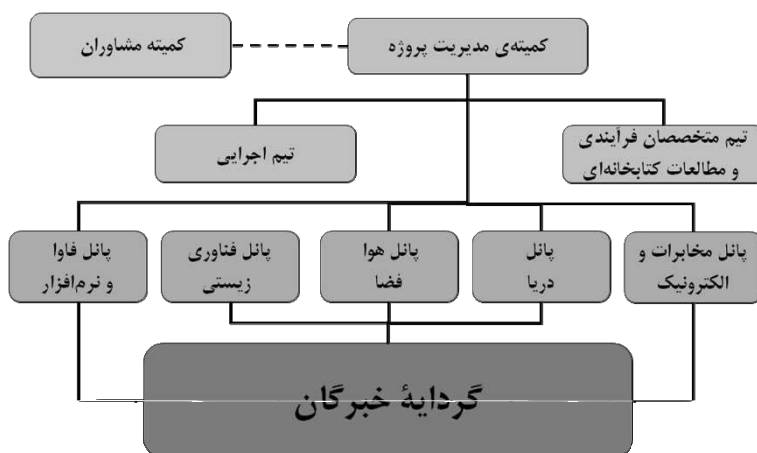
تعداد فزاینده برنامه‌های آینده‌نگاری نشان می‌دهد که می‌توان از آن به عنوان یک ابزار سیاست‌گذاری مهم استفاده کرد. اما آینده‌نگاری‌ها از جعبه ابزار گسترده‌ای بهره می‌برند که در آن ابزارهای گوناگون با کارکردهای مختلفی وجود دارد. این تنوع در ابزارها، رویکردها و سازمان‌دهی برنامه‌های آینده‌نگاری مختلف، باعث شده است تا تفاوت‌هایی میان تجربیات گوناگون آینده‌نگاری مشاهده شود. تصمیم در مورد اینکه «هدف از انجام آینده‌نگاری چیست؟»، «چه کسی باید در این امر مشارکت کند؟»، «چه قلمرویی را باید پوشش دهد؟»، «چه روش‌هایی باید به کار گرفته شود؟» و غیره، مطالبی هستند که در فرایندی به نام «تعیین قلمرو» مورد بحث و مذاکره قرار می‌گیرند.

عبارت تعیین قلمرو شامل آن دسته از فرآیندهای تحقیق و کنکاش می‌شود که در شکل‌دهی و زمان‌بندی یک فعالیت آینده‌نگاری دخیل هستند. آینده‌نگاری می‌تواند شکل‌ها و اندازه‌های مختلفی داشته باشد، همچنین می‌تواند در دوره‌های زمانی بلندمدت یا کوتاه‌مدت صورت گیرد. تصمیم‌گیری در مورد طراحی مناسب، نیازمند تحقیق در مورد کارهایی که دیگران انجام داده‌اند، پژوهش در خصوص وضعیت فعلی (جامعه خبرگان و رفتار آنان)، مشورت با افراد در مورد اینکه در یک وضعیت مشخص چه فعالیت‌هایی جواب می‌دهد و شرح دقیق گزینه‌ها (یا سناریوها) جهت انجام فعالیت آینده‌نگاری می‌باشد (UNIDO, 2005a).

پس از پایان مرحله مقدماتی طرح پامفا و با استفاده از نتایج این مرحله، چارچوب مفهومی و فرایند اجرای آینده‌نگاری طراحی شد. به این ترتیب، فعالیت تعیین قلمرو با تکیه بر نتایج مرحله اول آغاز شد. در این گام با بهره‌گیری از نتایج مرحله مقدماتی، تحقیقات و پژوهش‌های انجام شده در کشور و نظرات افراد خبره در فعالیت‌های آینده‌پژوهی تلاش شد تا از مجموع اطلاعات موجود به بهترین شیوه استفاده شود.

ب- تشکیل ساختار سازمانی مناسب برای آینده‌نگاری

در این مرحله کوشش شد تا خبرگانی از سه بخش سیاست‌گذاری، علمی و صنعتی در قالب روش پانل مشارکت داده شوند تا از تخصص و دانش ضمنی آنان استفاده شود. همچنین، لازم بود تا گروهی از متخصصان فرایندی و آشنا با روش‌های آینده‌نگاری و نیز گروهی مطالعاتی که مطالب پشتیبانی را تولید می‌کنند، تجهیز شوند. در شکل ۱۹ ساختار اجرایی مرحله دوم طرح پامفا آورده شده است.



شکل شماره ۱۹- ساختار اجرایی فرایند آینده‌نگاری در مرحله دوم

در فعالیت تعیین قلمرو پنج حوزه فعالیت برای طرح پامفا انتخاب شد که عبارت بودند از:

الف- الکترونیک، سخت افزار و مخابرات

ب- هوافضا

پ- دریا

ت- فناوری اطلاعات و نرم افزار

ث- زیست فناوری

همچنین برای آینده‌نگاری ملی کشور پنج روش انتخاب شد که عبارت‌اند از:

- روش سناریونگاری: به عنوان یکی از روش‌های اصلی
- روش دلفی: به عنوان یکی از روش‌های اصلی
- روش آثار برگذر: به عنوان روش کمکی در نگارش سناریوها
- روش پانل: به عنوان روش کمکی در طراحی پرسش‌های دلفی و تدوین سناریوها
- مطالعه ادبیات و منابع: به عنوان روش کمکی در طراحی پرسش‌نامه‌های دلفی و تدوین سناریوها

از دیگر فعالیت‌های این مرحله شناسایی اعضای پانل‌های تخصصی و اجرایی نمودن فرایند تشکیل این پانل‌ها بود. اولین خروجی پانل‌ها در این مرحله، شناسایی خبرگان جهت ارسال پرسش‌نامه بود که با روش معرفی مشارکتی انجام شد.

۶-۱-۳- مرحله ۳: انجام آینده‌نگاری

مرحله سوم طرح پامفا، که از آبان‌ماه سال ۱۳۸۶ آغاز شد، با پوشش دادن پنج حوزه مختلف در قالب پنج پانل، بر استفاده از روش‌های پانل، دلفی و سناریونگاری متمرکز بود.

در این مرحله تلاش شد تا خبرگانی از ذی‌نفعان اصلی یعنی بخش سیاست‌گذاری، بخش دانشگاهی و بخش صنعت در فرایند مشارکت یابند تا از هم‌افزایی تخصص و دانش ضمنی آنان حداکثر بهره‌برداری صورت پذیرد. تعداد متخصصان پانل‌ها حدود ۶۰ نفر، تعداد خبرگانی که پرسش‌نامه دلفی برای آنان ارسال شد، حدود ۹۰۰ تن و مشارکت‌کنندگان در کارگاه‌های سناریونگاری در حدود ۷۵ نفر بوده است. پس از اتمام این مرحله مجموعه‌ای از سناریوها تهیه شد که در هر یک، وضعیت آینده ایران تا سال ۱۴۰۴ در هر یک از حوزه‌های تخصصی تشریح شده است. هدف از اجرای این مرحله گردآوری دانش نهفته متخصصان و صاحب‌نظران ملی بود و با پاسخگویی بیش از یک هزار تن از اندیشمندان در سراسر کشور، مجموعه‌ای از دانش ملی و راهبردی برای اجماع صاحب‌نظران در این عرصه مهم فراهم آمد.

شایان ذکر است که در این مرحله علاوه بر مرکز صنایع نوین و طرح‌های صنایع نوین که به همراه مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی، پشتیبانان مالی طرح بوده‌اند، نهادهای دیگری نیز به لحاظ علمی و معنوی همکاری داشتند، این مراکز عبارتند بودند از:

اندیشگاه آتی‌نگار، موسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی، سازمان نظام صنفی رایانه‌ای کشور، سازمان فضایی ایران، انجمن مهندسی دریایی ایران، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، مرکز تکنولوژی نیرو (متن)، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، معاونت فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، پژوهشگاه هوافضا و دانشگاه صنعتی اصفهان. مهم‌ترین گام‌های روشگان این مرحله را می‌توان در شکل زیر مشاهده کرد.



شکل شماره ۲۰- فعالیت‌های گام اصلی آینده‌نگاری

الف- مطالعات آینده‌نگاری‌ها و سناریوهای جهانی

بدین منظور با تشکیل پانل‌ها و گروه‌های مطالعاتی، در ابتدا مبانی نظری مرتبط با موضوع هر پانل بررسی شد. سپس از طریق بررسی منابع و آینده‌نگاری‌های جهانی در هر حوزه، از یک سو زمینه لازم برای آشنایی خبرگان عضو هر پانل با آینده‌نگاری و روش‌های سناریو و دلفی فراهم می‌آمد و از سویی دیگر، فهرستی از عوامل کلیدی و تأثیرگذار بر آن حوزه شناسایی می‌شد و در اختیار پانل‌ها قرار می‌گرفت. به عنوان نمونه سناریوهای شناسایی شده در حوزه زیست فناوری در فصلی جداگانه در این کتاب آورده شده است. این سناریوها در جلسات اولیه پانل زیست فناوری به اعضای پانل داده شد و از منظر روش‌شناسی اطلاعات مرتبط طرح می‌شد.

ب- آغاز به کار پانل‌ها

پانل خبرگان و ذی‌نفعان در اشکال و اندازه‌های مختلفی شکل می‌گیرد. مفهوم متعارف پانل «دسته‌ای از افراد که دور میز می‌نشینند» است و منعکس‌کننده تجارب اروپا و آمریکای شمالی است که چنین پانل‌هایی در آنجا نوعاً از مردان خبره فکری میانسال و از طبقه متوسطی تشکیل یافته‌اند، که در حوزه معینی به عنوان «خبره» در نظر گرفته می‌شدند. خبرگان به صورت رو در رو، در فواصل زمانی منظم و طی یک دوره زمانی ثابت، یکدیگر را ملاقات می‌کنند. طی این مدت، آن‌ها نظر خود را در زمینه تفسیر شواهد موجود اعلام می‌کنند.

پانل‌ها نه تنها بستر لازم جهت دسترسی به گروه وسیع‌تری از خبرگان را فراهم می‌کنند، بلکه مجامع مطلوب برای مباحثات و مذاکرات عمیق محسوب می‌شوند. شواهدی دال بر استفاده گسترده از پانل‌ها در فعالیت‌های آینده‌نگاری وجود دارد. برخی از این مزایا عبارتند از:

- قابلیت استفاده از قضاوت‌های خبرگان، خصوصاً هنگامی که با تردیدهای مربوط به آینده ارتباط پیدا می‌کند، می‌تواند اهمیت ویژه‌ای یابد.
- تعامل عمیق و معنادار و شبکه‌سازی میان رشته‌های علمی و حوزه‌های تخصصی مختلف که در غیر این صورت به سختی سازمان‌دهی می‌شوند.
- سهولت این موضوع که پانل‌ها می‌توانند مکمل سایر روش‌های مورد استفاده در آینده‌نگاری باشند. در واقع، در این پروژه خبرگان با سایر روش‌ها به صورت ذیل ارتباط می‌یابند:

• بازبینی سوالات دلفی طراحی شده

• تأیید یا رد روندها و پیش‌ران‌های شناسایی شده در حوزه

• مشارکت در سناریونویسی

• تحلیل نتایج به دست آمده از طریق پرسش‌نامه‌های دلفی

• شناسایی و دعوت از خبرگان حوزه برای مشارکت در برنامه آینده‌نگاری

خبرگان در قالب پانل‌هایی موضوعی آغاز به کار کردند. خبرگان حاضر در پانل‌ها پس از بحث و گفت‌وگوی مفصل و با توجه به شرایط هر حوزه در درون کشور، فهرست نهایی عوامل کلیدی را تهیه کردند. آن‌گاه به کمک روش تحلیل آثار برگذر آن دسته از عوامل کلیدی که بیشترین اثرگذاری و اهمیت را در حوزه مذکور دارند، شناسایی شدند. سپس با توجه به نظر خبرگان و با استفاده از نرم‌افزار تخصصی، مهم‌ترین عوامل کلیدی در هر حوزه و هم‌زمان با استفاده از روش ریپ ون وینکل^۱ عدم قطعیت‌های موجود در هر حوزه نیز تعیین شد. بدین ترتیب، فهرستی از مهم‌ترین عوامل کلیدی و عدم قطعیت‌های اصلی درباره موضوع هر پانل به دست آمد.

ج- نگارش سناریوها

در این گام با توجه به رویکرد استقرایی در سناریونگاری و پس از مذاکرات خبرگان هر پانل، ابعاد دوگانهٔ عدم قطعیت‌های با اهمیت بالا برای هر پانل به دست آمد. همچنین برای هریک از حوزه‌های در دست مطالعه، چهار تا شش سناریوی مختلف طراحی شد. شناسایی «عدم قطعیت‌های بحرانی» با استفاده از دو روش موازی انجام شد. از یک سو فهرستی از عدم قطعیت‌ها تهیه شد که در پرسش‌نامهٔ دلفی در خصوص شدت عدم قطعیت و اهمیت آن‌ها پرسش شد و بر این اساس گروه روش‌شناسی می‌توانست مهم‌ترین و شدیدترین عدم قطعیت‌ها را شناسایی نماید. از سوی دیگر از طریق روش آثار برگذر نیز تاثیرگذارترین تاثیرپذیرترین موضوع‌های مرتبط و عدم قطعیت‌های مربوط به آن موضوع‌ها شناسایی شدند تا عدم قطعیت‌های بحرانی را تعیین کنند.

د- مطالعهٔ دلفی

در این مرحله پانل‌ها با توجه به ساختار طراحی شده برای پرسش‌نامه‌های دلفی، گزاره‌های مناسبی تدوین کردند. هریک از پرسش‌نامه‌ها در چهار دسته بر شناسایی عدم قطعیت‌ها، شناسایی راهبردها، شناسایی اولویت‌ها و شناسایی فناوری‌های نوپدید^۱ متمرکز بودند. گفتنی است که مرحله مطالعهٔ دلفی تقریباً به موازات مرحلهٔ سناریونگاری انجام گرفت و در نوشتن سناریوهای برخی از حوزه‌ها، از داده‌های به دست آمده از مطالعهٔ دلفی نیز استفاده شد. همچنان که اشاره شد، شمار خبرگان فعال در مطالعه دلفی نزدیک به ۹۰۰ تن از صاحب‌نظران علمی و صنفی بود. در انتهای این مرحله برای هریک از پانل‌ها مجموعه‌ای از سناریوها تهیه شد که در هر کدام از سناریوها، وضعیت آیندهٔ ایران تا سال ۱۴۰۴ خورشیدی در آن حوزه تشریح می‌گردید.

نتایج حاصل از دور نخست دلفی پامفا

در دور نخست دلفی با استفاده از روش معرفی مشارکتی، نزدیک به هزار متخصص در پنج حوزهٔ فناوری اطلاعات، زیست‌فناوری، دریا، الکترونیک، سخت‌افزار و مخابرات و الکترونیک و هوافضا شناسایی شدند. آن‌گاه با تماس با یکایک آنان، درخصوص تمایل‌شان برای مشارکت در فرآیند دلفی نظرخواهی شد. از این تعداد نزدیک به ۹۰۰ متخصص برای دریافت پرسش‌نامه اعلام آمادگی کردند. پس از ارسال پرسش‌نامه‌ها، حدود ۶۲۰ تن پاسخ‌نامه را بازپس فرستادند که نشان‌دهندهٔ میزان ۷۰ درصد پاسخگویی است. گفتنی است این میزان مشارکت در مقایسه با

فرایند مشابه در دیگر کشورها (حتی ژاپن با بیش از سی سال تجربه در روش دلفی)، بسیار زیاد است. این موضوع بیانگر تعهد جامعه خبرگان ایرانی به حوزه تخصصی خود است. شمار متخصصان شناسایی شده، متخصصان علاقه‌مند به مشارکت در دور اول دلفی و تعداد پاسخ‌نامه‌های تکمیل شده در هر حوزه، به تفکیک در جدول زیر آمده است. میزان مشارکت در هر حوزه نیز قید شده است.

جدول شماره ۴- آمار پرسش‌نامه‌های ارسالی و دریافتی در دور اول دلفی

حوزه	تعداد متخصصان شناسایی شده	تعداد متخصصان مایل به مشارکت	تعداد پاسخ‌نامه‌های دریافتی	میزان مشارکت
فناوری اطلاعات و نرم‌افزار	۲۲۲	۲۰۰	۱۲۹	۶۵ درصد
زیست فناوری	۱۲۵	۱۱۳	۷۵	۶۶ درصد
دریا	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۳	۹۱ درصد
الکترونیک، سخت‌افزار و مخابرات	۱۴۳	۱۳۱	۷۴	۵۶ درصد
هوافضا	۳۲۵	۳۹۹	۲۰۶	۶۹ درصد
جمع	۹۹۹	۹۱۱	۶۳۷	۷۰ درصد

همچنان که دیده می‌شود بیشترین میزان مشارکت به متخصصان حوزه دریا (۹۱ درصد) و کمترین میزان مشارکت به متخصصان حوزه الکترونیک، سخت‌افزار و مخابرات (۵۶ درصد) باز می‌گردد.

نتایج حاصل از دور دوم دلفی پامفا

در دور دوم دلفی پامفا تصمیم گرفته شد تا افزون بر آن دسته از خبرگانی که در دور نخست دلفی مشارکت داشته‌اند، برای دیگر خبرگان شناسایی شده نیز پرسش‌نامه‌ها ارسال شود. بدین ترتیب، پاسخ‌دهندگان به چهار دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

- خبرگانی که تنها در دور نخست شرکت کرده‌اند و در دور دوم به پرسش‌نامه‌ها پاسخ نداده‌اند.
- خبرگانی که فقط در دور دوم شرکت کرده‌اند و در دور اول به پرسش‌نامه‌ها پاسخ نداده‌اند. برای این خبرگان در دور نخست پرسش‌نامه ارسال شده است، ولی بنا به دلایل مختلف آنها نتوانسته‌اند به پرسش‌نامه‌ها پاسخ دهند.
- خبرگانی که در هر دو دور دلفی شرکت کرده‌اند و به هر دو پرسش‌نامه پاسخ داده‌اند.
- خبرگانی که پس از دور اول دلفی، توسط خبرگان مشارکت‌کننده در دور نخست معرفی شده‌اند و در دور دوم برای آنها پرسش‌نامه ارسال شده است و به پرسش‌نامه‌ها پاسخ داده‌اند.

بدین ترتیب، برای خبرگان پرسش‌نامه‌های دور دوم ارسال شد. گفتنی است تحلیل‌هایی که در فصل بعد آمده، دربرگیرنده همه پرسش‌نامه‌های دریافتی در دور دوم دلفی پامفاست. همچنین در این تحلیل‌ها، در موارد زیر پاسخ‌های خبرگان در دور اول و دوم دلفی با یکدیگر مقایسه شده است:

- شاخص اجماع و شاخص اهمیت در دسته نخست پرسش‌ها که نشانگر نظر خبرگان درباره عدم قطعیت‌های حوزه تخصصی‌شان است.
- شاخص اجماع و شاخص اهمیت در دسته دوم پرسش‌ها که نشانگر نظر خبرگان درباره گزاره‌های مطروحه است.
- شاخص اولویت استانداردشده در دسته سوم پرسش‌ها که بیانگر نظر خبرگان درخصوص اولویت‌های اقدام در حوزه تخصصی‌شان است.
- شاخص اهمیت دسته چهارم پرسش‌ها که نشانگر نظر خبرگان درباره گزاره‌های مطروحه است.

در نهایت، مجموعاً در همه پنج حوزه، ۶۶۷ پرسش‌نامه ارسال و ۵۵۲ پرسش‌نامه تکمیل شده، دریافت شد که نشان‌دهنده ۸۳ درصد نرخ پاسخگویی است. اگرچه در روش دلفی، نرخ مشارکت در دور دوم معمولاً از نرخ مشارکت در دور اول بیشتر می‌شود، اما این میزان بالای مشارکت در دور دوم دلفی در مقایسه با نرخ مشارکت در دیگر کشورها و با توجه به این که نخستین بار است که روش دلفی در کشور برگزار می‌شود، رقمی بسیار مناسب است و مثبت ارزیابی می‌شود. این

امر می‌تواند بیانگر میزان تعهد جامعه خبرگان به پروژه‌های سیاست‌گذاری در کشور باشد. تعداد پرسش‌نامه‌های ارسالی و پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده دریافتی در هر حوزه، به تفکیک در جدول زیر آمده است.

جدول شماره ۵- آمار پرسش‌نامه‌های ارسالی و دریافتی در دور دوم دلفی پامفا

حوزه	تعداد پرسش‌نامه‌های ارسالی	تعداد پرسش‌نامه‌های دریافتی	میزان مشارکت
فناوری اطلاعات و نرم‌افزار	۱۵۱	۱۰۲	۶۸ درصد
زیست‌فناوری	۷۳	۷۱	۹۷ درصد
دریا	۱۴۶	۱۳۵	۹۲ درصد
الکترونیک، سخت‌افزار و مخابرات	۹۲	۸۳	۹۰ درصد
هوافضا	۲۰۵	۱۶۱	۷۸ درصد
جمع	۶۶۷	۵۵۲	۸۳ درصد

در بین این پنج حوزه، بیشترین میزان مشارکت در دور دوم دلفی به متخصصان حوزه زیست‌فناوری (۹۷ درصد) و کمترین میزان مشارکت به متخصصان حوزه فناوری اطلاعات و نرم‌افزار (۶۸ درصد) بازمی‌گردد.

۶-۱-۴- مرحله ۴: مرحله پس‌آینده‌نگاری

ترویج نتایج به‌دست آمده از طرح پامفا، در قالب دو دسته از فعالیت‌ها پی‌گیری خواهد شد. این دو دسته از فعالیت‌های ترویجی را می‌توان در قالب دو موضوع برگزاری همایش‌ها و کارگاه‌های ارائه نتایج و انتشار کتاب طبقه‌بندی نمود (شکل زیر).



شکل شماره ۲۱- فعالیت‌های گام پس‌آیندنگاری

مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور می‌کوشد تا در ادامه طرح پامفا، بر حوزه‌های عامی متمرکز شود که ممکن است از مجموعه‌ای از فناوری‌های یادشده در مرحله دوم بهره بگیرند. برای مثال، بخش حمل و نقل که از مجموعه‌ای از فناوری‌ها سود می‌جوید.

۷ نتایج دلفی پامفا در حوزه زیست فناوری

۷-۱- مقدمه

دلفی پامفا در دو دور برگزار شد و در هر دور، پرسش‌هایی مشابه مطرح شد. این پرسش‌ها در چهار دسته متفاوت طراحی شدند. در ابتدای پرسش‌نامه نیز در خصوص اطلاعات فردی خبرگان پرسش‌هایی مطرح شد. چهار دسته پرسش‌ها عبارت بودند از:

- دسته اول: پرسش‌هایی درباره «عدم قطعیت‌های آینده». در این پرسش‌ها عدم قطعیت‌هایی که دو حالت حدی داشته و درباره وقوع یکی از این دو حالت، عدم قطعیت وجود دارد، به صورت یک طیف ارائه و تعدادی پرسش درباره این دو حالت مطرح می‌شود. در دسته اول، پرسش‌ها به گونه‌ای طراحی شد تا خبره، نظر خود را در خصوص مطلوب بودن یکی از دو حالت با توجه به شرایط کشور، بیان نماید.

- دسته دوم: در این بخش پرسش‌هایی در خصوص عدم قطعیت‌های آینده، طراحی شده است. تفاوت این سوالات با دسته اول در این است که این سوالات، دو حالت حدی نداشته و به صورت مستقل مورد پرسش قرار گرفته‌اند. در دسته دوم، پرسش‌ها به گونه‌ای طراحی شد تا خبره پیش‌بینی خود را در مورد وضعیت ایران در سال ۱۴۰۴ خورشیدی، بیان نماید.^۱

۱- گفتنی است در پرسش‌نامه دلفی در حوزه زیست فناوری، به دلیل نوپا بودن سیاست‌گذاری در این حوزه در سطح ملی، سوالات دسته دوم برای این حوزه طراحی نشده است.

- دسته سوم: در این بخش از خبرگان خواسته شد تا مهمترین اولویتهای ایران را بر اساس «وضعیت فعلی» و «روندهای جهانی» به صورت کلی تعیین کنند.
 - دسته چهارم: در این بخش از خبرگان خواسته شد تا درباره اهمیت و نحوه دستیابی به یک فناوری خاص یا موضوعی مشخص نظر دهند.
- در این فصل به بررسی پاسخ‌های خبرگان به پرسش‌های فوق در دو دور مختلف و نیز تحلیل‌های مربوط به هر یک می‌پردازیم.

۷-۲- نتایج دور اول و دوم دلفی پامفا در حوزه زیست‌فناوری

۷-۲-۱- تحلیل اطلاعات فردی

در این حوزه در مجموع از ۱۱۳ پرسشنامه ارسالی، خبرگان به ۷۵ پرسشنامه پاسخ داده‌اند که این پرسشنامه‌ها جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل واقع شدند. نرخ پاسخگویی و مشارکت خبرگان این حوزه در دور اول دلفی ۶۶ درصد است که رقمی قابل توجه است. جدول زیر اطلاعاتی را درخصوص ویژگی‌های جمعیت‌شناختی این خبرگان ارائه می‌دهد.

جدول شماره ۶- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان حوزه زیست‌فناوری^۱

تعداد کل پاسخ‌دهندگان (نفر)	تحصیلات			جنسیت			مدرس دانشگاه			دارای سمت در شرکت			سابقه مشارکت در فعالیت سیاست‌گذاری		
	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکترای	مرد	زن	بله	خیر	بله	خیر	بله	خیر	بله	بله	خیر	بله
۷۵	۱	۱۳	۶۱	۷۱	۴	۴۳	۲۵	۷	۲۸	۲۸		۳۷	۱۰	۴۰	۳۳
										خصوصی	دولتی				
										۷	۲۱				

همچنان‌که جدول نیز نشان می‌دهد، از مجموع پاسخ‌دهندگان حوزه زیست‌فناوری، ۹۹ درصد دارای تحصیلات تکمیلی می‌باشند. از کل پاسخ‌دهندگان، ۹۵ درصد مرد و ۵ درصد زن

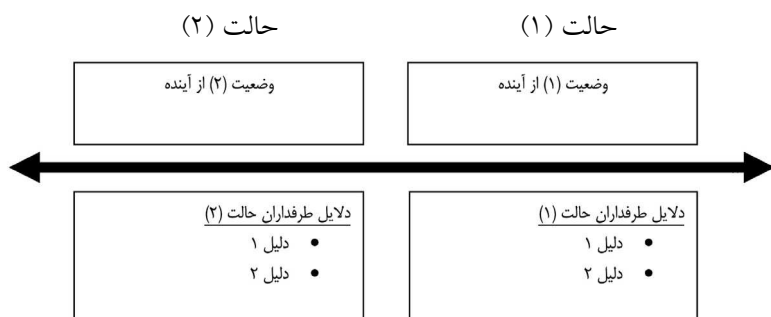
۱- گفتنی است که اعداد درون جدول بیانگر تعداد خبرگانی است که به هر گزینه پاسخ داده‌اند.

هستند. همچنین ۵۷ درصد پاسخ دهندگان مدرس دانشگاه بوده و ۳۳ درصد مدرس دانشگاه نبوده‌اند. از مجموع کسانی که دارای سمت در یک شرکت نیز می‌باشند، ۷۵ درصد در شرکتی خصوصی و ۲۵ درصد در شرکتی دولتی مشغول فعالیت می‌باشند. از مجموع پاسخ دهندگان نیز ۵۳ درصد قبلاً در یک فعالیت سیاست‌گذاری در سطح ملی مشارکت داشته و ۳۱ درصد نیز در چنین فعالیتی تاکنون مشارکت نداشته‌اند.

۷-۲-۲- تحلیل دسته اول پرسش‌های دلفی

در دسته اول پرسش‌ها تلاش شده است تا عدم قطعیت‌های مربوط به آینده حوزه زیست فناوری شناسایی شود. همانگونه که پیش از این نیز اشاره شد، عدم قطعیت‌ها به وضعیت‌هایی از آینده اشاره دارد که دو یا چند بدیل مختلف پیش روی موضوع مورد بحث قرار دارد و امکان تحقق هر یک از بدیل‌ها را می‌توان با احتمال تقریباً بالا و برابری، برآورد نمود. به این ترتیب هر یک از بدیل‌ها ممکن است محقق شود یا نشود، و در مورد آن موضوع نمی‌توان اظهار نظر دقیق و معینی ارائه داد. به عنوان مثال در خصوص آینده می‌توان با احتمال بالایی پیش‌بینی نمود که تعداد افراد باسواد افزایش می‌یابد یا آنکه درصد افرادی که دارای تحصیلات دانشگاهی هستند، افزایش می‌یابد، اما در خصوص تعدادی از مسایل نمی‌توان به درستی در خصوص آینده وضعیت معینی را پیش‌بینی نمود. به عنوان مثال پذیرش یا عدم پذیرش محصولات زیست‌فناورانه، یکی از عدم قطعیت‌ها است. تعدادی از متخصصان معتقدند که پذیرش محصولات زیست‌فناورانه با افزایش کیفیت و کاهش مخاطرات بهداشتی و سلامتی این محصولات بنا به دلایلی می‌تواند در آینده محتمل‌تر باشد. در مقابل تعدادی دیگر معتقدند عدم پذیرش این محصولات توسط جامعه و تردید نسبت به آثار جانبی و ناکامی در آزمایش‌های متنوع بنا به دلایلی باورپذیرتر باشد. جهانی شدن، نمونه‌ای از پیش‌ران‌های تاریخی است که شواهد بسیاری آن ایده را تقویت می‌کند و دلیلی برای حالت اول است، در حالی که در مقابل آن، افزایش ملی‌گرایی و منطقه‌گرایی، که با رویدادهای تروریسمی تقویت میشوند، دلیلی برای حالت دوم است. به این ترتیب عدم قطعیت‌های آینده، دوگانه‌ها یا چندگانه‌هایی است که در مورد آینده یک موضوع بیان می‌شوند و هر یک از وضعیت‌های پیش‌روی آن موضوع می‌تواند آینده موضوع مورد بررسی را تحت تاثیر قرار دهد. در پرسش‌های دسته اول تعدادی از مهمترین عدم قطعیت‌های مرتبط با موضوع زیست فناوری آورده شده است.

در پرسشنامه‌ها عدم قطعیت‌ها به صورت دوگانه و با توصیف دو وضعیت مختلف از آینده تهیه شده بود. به منظور مطالعه آسانتر پاسخ دهندگان، از شیوه‌های بصری استفاده شده بود که بر این اساس، برای هر موضوع دارای عدم قطعیت، دوگان‌های از حالت‌های ممکن و باورکردنی پیش رو، آورده شده بود. الگوی استفاده شده در این گزارش در شکل زیر به تصویر درآمده است.



بر اساس تصویر فوق دو حالت باورکردنی از آینده یک موضوع در جعبه‌های بالایی به نمایش درآمده است و نموداری دوسویه نشان‌دهنده دو حالت ممکن حدی بود. در ذیل نمودار دلایل طرفداران هر یک از حالت‌های دوگانه به صورت اجمالی آمده بود.

از خبرگان پاسخ دهنده خواسته شده بود تا میزان موافقت خود را با هر یک از دو وضعیت اعلام نمایند. در خصوص هر عدم قطعیت، سه سوال در رابطه با میزان تخصص پاسخ دهنده در خصوص عدم قطعیت، موافقت پاسخ دهنده با حالت‌های دوگانه عدم قطعیت و اهمیت عدم قطعیت در سیاستگذاری برای آن حوزه، به صورت زیر مورد پرسش قرار گرفت:

۱- در خصوص پاسخ دهی به این مساله تا چه حد خود را خبره می‌دانید؟
الف- زیاد ب- متوسط پ- کم ت- هیچ

۲- صرف نظر از دلایل ذکر شده، با کدام یک از دو حالت موافق هستید؟
الف- شدیداً با حالت اول موافقم. ب- تا حدی با حالت اول موافقم.
پ- شدیداً با حالت دوم موافقم. ت- تا حدی با حالت دوم موافقم.
ث- هر دو حالت را یکسان می‌دانم (ممتنع) ج- نمی‌دانم

تفاوت دو گزینه «ممتنع» و «نمی دانم»، تفاوت میان نداشتن ترجیح با ندانستن است، به عبارت دیگر هنگامی که فرد دلایل قانع کننده‌ای برای پذیرش، رد یا ترجیح یکی از دو وضعیت ندارد و به نظر او هر دو وضعیت ترجیح یکسانی دارند، گزینه ممتنع را انتخاب می نماید. اما در برخی موارد، فرد (که می تواند درخصوص عدم قطعیت مورد پرسش، از خبرگی بالایی نیز برخوردار باشد) ممکن است نتواند هیچ یک از گزینه ها و حتی گزینه ممتنع را انتخاب نماید و به عبارت دیگر، فرد نمی تواند دلایلی قانع کننده برای انتخاب یکی از گزینه ها (حتی گزینه ممتنع)، بیابد.

۳- انتخاب یکی از دو حالت فوق، برای سیاست گذاری در این حوزه، تا چه میزانی اهمیت دارد؟

الف- زیاد ب- متوسط پ- کم ت- هیچ

به منظور تحلیل پرسش ها و استفاده از نتایج آن در نگارش سناریوها لازم است تا از شاخص هایی به منظور کمی سازی و رتبه بندی میان عدم قطعیت ها، بهره گرفته شود. به همین دلیل ۳ شاخص طراحی شده است. هر یک از شاخص ها، نشان دهنده جوهی روش شناسانه از عدم قطعیت ها خواهد بود. در ادامه، نحوه محاسبه این شاخص ها توضیح داده شده است.

۱- **شاخص تخصص:** این شاخص نشان دهنده این است که خبرگان یک حوزه تا چه میزان درخصوص یک گزاره یا پرسش مطرح شده، تخصص دارند. در سوال اول از دسته اول پرسش ها، که به دنبال نظرخواهی از خبرگان درخصوص میزان تخصص شان در گزاره مطرح شده است، برای پاسخ دهی، چهار گزینه وجود دارد که عبارت اند از:

الف- زیاد ب- متوسط پ- کم ت- هیچ

هر یک از خبرگان می تواند یکی از این حالت های چهارگانه را انتخاب نماید. در تحلیل نتایج دور اول و دوم دلفی، این شاخص به صورت زیر محاسبه گردید:

(تعداد پاسخ‌ها به گزینه الف $\times ۱۰۰$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه ب $\times ۵۰$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه پ $\times ۲۵$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه ت $\times ۰$)

$$\text{شاخص تخصص} = \frac{\text{تعداد کل پاسخ‌ها}}$$

هرچه مقدار شاخص تخصص به عدد صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که خبرگان درخصوص آن موضوع از دانش تخصصی اندکی برخوردار بوده و هرچه مقدار شاخص، به عدد ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد نشانگر این امر است که خبرگان درخصوص موضوع مطرح‌شده، از دانش تخصصی بالایی برخوردار هستند.

شاخص تخصص، در دسته چهارم پرسش‌های دلفی نیز به همین صورت محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت.

۲- شاخص اجماع: این شاخص نشان‌دهنده این است که خبرگان یک حوزه تا چه میزان بر سر یک موضوع اجماع و توافق دارند یا تا چه میزان نظرات متفاوتی درخصوص یک موضوع، بین متخصصان یک حوزه وجود دارد. در سوال دوم از دسته اول پرسش‌ها، که به دنبال نظرخواهی از خبرگان درخصوص دو حالت مطرح شده است، برای پاسخ‌دهی، شش گزینه وجود دارد که عبارت‌اند از:

- الف- شدیداً با حالت اول موافقم.
- ب- تا حدی با حالت اول موافقم.
- پ- شدیداً با حالت دوم موافقم.
- ت- تا حدی با حالت دوم موافقم.
- ث- هر دو حالت را یکسان می‌دانم (ممتنع)
- ج- نمی‌دانم

هر یک از خبرگان می‌تواند یکی از این حالت‌های شش‌گانه را انتخاب نماید. در تحلیل نتایج دور اول و دوم دلفی، این شاخص به صورت زیر محاسبه گردید:

(تعداد پاسخ‌ها به گزینه الف $\times ۲۵$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه ب $\times ۱۰$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه پ $\times ۲$ -) + تعداد پاسخ‌ها به گزینه ت $\times ۱$ -) + تعداد پاسخ‌ها به گزینه ت $\times ۰$)

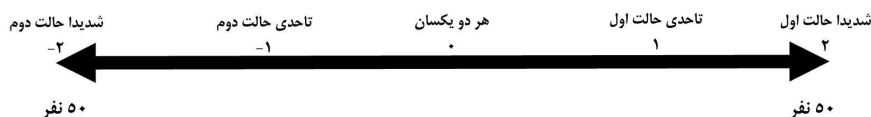
$$\text{شاخص اجماع} = \frac{\text{تعداد کل پاسخ‌ها به گزینه‌های الف، ب، پ، ت و ث}}$$

هرچه مقدار شاخص اجماع به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که درخصوص

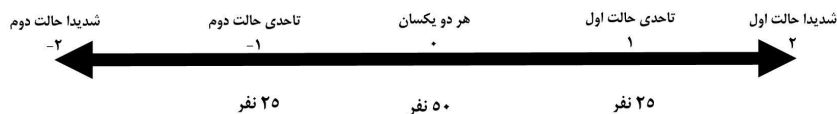
آن موضوع تا چه حد تشتمل آرا وجود دارد و دو حالت مطرح در پرسش طرفداران یکسانی دارد و اجماعی در خصوص یکی از آن دو حالت وجود ندارد. همچنین هرچه مقدار شاخص اجماع، از صفر دورتر باشد نشانگر این امر است که در خصوص یکی از آن دو حالت، اجماع زیادی وجود دارد. به این ترتیب دوری و نزدیکی شاخص اجماع به عدد صفر، به ترتیب بیانگر اجماع و عدم اجماع صاحب‌نظران و متخصصان، در خصوص پرسش مطروحه است.

مقدار این شاخص برای همه پرسش‌های دسته اول پرسش‌های دلفی، بر روی یک بردار (از ۲ تا -۲) مشخص شده است تا میزان اجماع خبرگان به صورت تصویری نیز نشان داده شود. از آنجایی که این شاخص، بهترین شاخص شناسایی اجماع در یک موضوع نیست (اما ساده‌ترین شاخص و مورد توافق‌ترین آن‌ها است)، در تحلیل‌های بسط‌یافته، از شاخص دیگری نیز به منظور کمی نمودن میزان عدم قطعیت پرسش‌ها، استفاده شد. به عنوان نمونه فرض کنید که ۱۰۰ نفر پاسخ‌دهنده، به یک عدم قطعیت به دو نوع زیر پاسخ داده باشند:

نوع ۱: در نوع اول پاسخگویی، ۵۰ نفر از پاسخ‌دهندگان به شدت از حالت اول و ۵۰ نفر دیگر از پاسخ‌دهندگان به شدت از حالت دوم حمایت کرده‌اند. در این صورت، میانگین به دست آمده عدد صفر است.



نوع ۲: در نوع دوم پاسخگویی، ۵۰ نفر از پاسخ‌دهندگان پاسخ ممتنع داده‌اند، به عبارت دیگر پذیرفته‌اند که دلایل هر دو گروه و هر دو وضعیت عدم قطعیت، دلایل معقول و قابل پذیرشی هستند. در خصوص دیگر پاسخ‌دهندگان نیز ۲۵ نفر تا حدی با حالت اول و ۲۵ نفر دیگر از پاسخ‌دهندگان نیز تا حدی با حالت دوم، موافق بوده‌اند. به این ترتیب میانگین به دست آمده باز هم عدد صفر است.



مشخص است که شدت عدم قطعیت این دو نوع پاسخگویی، برای سیاست‌گذاری به یک میزان نیست. در نوع ۱، پاسخ‌دهندگان دلایل طرفداران و حامیان گزینه دیگر را کاملاً غیرموجه می‌دانند، در حالی که در نوع ۲، حداقل نیمی از پاسخ‌دهندگان، پاسخ‌های دیگران را پذیرفتنی می‌دانند. به این ترتیب عدم قطعیت نوع ۱ بیش از عدم قطعیت نوع ۲ است. بنابراین لازم است تا از «انحراف معیار» پاسخ‌ها نیز استفاده شود. به عبارتی دیگر هر چه انحراف معیار پاسخ‌دهندگان بیشتر باشد، آن مسأله سیاست‌گذارانه از عدم قطعیت بیشتری برخوردار است.

بدین منظور از شاخصی به نام ضریب واریانس استفاده شد که از تقسیم انحراف معیار به میانگین به‌دست می‌آید. هر چه عدد ضریب واریانس کوچکتر باشد، نشان‌دهنده این است که پاسخ‌ها به این پرسش از پراکندگی کمتری برخوردارند و بالعکس. این شاخص درواقع منعکس‌کننده میزان عدم قطعیت درخصوص هر پرسش است.

۳- شاخص اهمیت: این شاخص نشان‌دهنده میزان اهمیتی است که خبرگان برای یک گزاره قابل هستند. در دسته اول پرسش‌های دلفی، در خصوص میزان اهمیت گزاره‌ها از پاسخ‌دهندگان نظرخواهی شده که آنها پاسخ‌های خود را با انتخاب یکی از گزینه‌های زیر ارائه نمودند:

- زیاد
- متوسط
- کم
- بی‌اهمیت

هر یک از خبرگان می‌توانست یکی از این گزینه‌ها را انتخاب نماید. در تحلیل نتایج دور اول و دوم دلفی، این شاخص به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$\text{شاخص اهمیت} = \frac{\text{تعداد کل پاسخ‌ها}}{\text{تعداد پاسخ‌ها به گزینه زیاد } 100 \times + \text{تعداد پاسخ‌ها به گزینه متوسط } 50 \times + \text{تعداد پاسخ‌ها به گزینه کم } 25 \times + \text{تعداد پاسخ‌ها به گزینه بی‌اهمیت } 0 \times}$$

هرچه مقدار شاخص اهمیت به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده این است که میزان اهمیت گزاره مربوطه، از نظر خبرگان بیشتر است و هرچه مقدار شاخص اهمیت به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده این است که میزان اهمیت گزاره مربوطه، از نظر خبرگان کمتر است.

شاخص اهمیت، در دسته چهارم پرسش‌های دلفی نیز به همین صورت محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت.

در اینجا باید خاطرنشان نمود چنانچه میزان شاخص اهمیت برای یک گزاره یا پرسش، از نظر خبرگان پاسخ‌دهنده به پرسشنامه‌ها، پایین برآورد شده باشد، این امر می‌تواند ناشی از دو امر باشد:

- سوال‌های مورد پرسش به‌خوبی طراحی نشده‌اند و سوالاتی که از اهمیت پایینی برخوردارند، مورد پرسش قرار گرفته‌اند.
- سوال‌های مورد پرسش مواردی بوده‌اند که ظاهراً در اسناد و برنامه‌ها، مباحثات روزمره و ... تکرار شده‌اند، اما به نظر می‌رسد از اهمیت پایینی برخوردار می‌باشند.

در جداول ۷ و ۸، پاسخ‌های خبرگان حوزه زیست‌فناوری به دسته اول پرسش‌ها در دور اول و دوم دلفی به صورت خلاصه آمده است. در این دسته هشت پرسش ارائه شده که هر یک دو حالت حدی دارند و عدم قطعیت‌های آینده زیست‌فناوری را در افق ۱۴۰۴ خورشیدی مطرح می‌کنند.

در ادامه پاسخ‌های خبرگان حوزه زیست‌فناوری به این پرسش‌ها در دور اول و دوم دلفی تحلیل می‌شوند.

پرسش ۱: خلق و خوی اجتماعی

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ادامه آمده است:

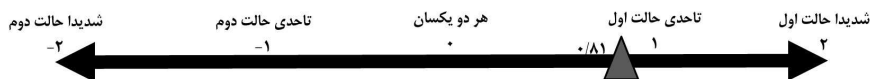
حالت (۱):

- پذیرش اجتماعی محصولات و خدمات زیست‌فناورانه با امیدواری همراه خواهد بود. در این حالت پیش‌بینی می‌شود که محصولات و خدمات زیست‌فناورانه که حاصل فناوری زیستی می‌باشند، با امیدواری و خوش‌بینی مورد پذیرش اجتماع قرار گرفته و کاربرد اجتماعی پیدا کنند. دلایلی که وقوع این حالت در آینده را محتمل‌تر می‌سازند عبارت‌اند از:
 - پیشرفت خوب زیست‌فناوری در بهداشت و سلامت.
 - موفقیت زیست‌فناوری در حل مشکلات زیست‌محیطی
 - موفقیت زیست‌فناوری در حل مشکلات اجتماعی، اقتصادی و فناورانه.

حالت (۲):

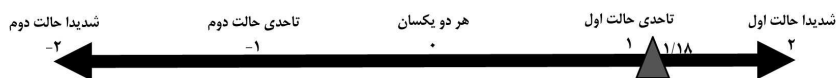
- پذیرش اجتماعی در خصوص محصولات و خدمات زیست‌فناورانه با ترس و واهمه همراه خواهد بود. در این حالت پیش‌بینی می‌شود که محصولات و خدمات زیست‌فناورانه که حاصل فناوری زیستی می‌باشند، با ترس عمومی و بدبینی نسبت به عواقب آنها مورد پذیرش اجتماع قرار گرفته و کاربرد اجتماعی آنها همراه با نگرانی باشد. این حالت نیز طرفداران خود را دارد که دلایل زیر را بیان می‌نمایند:
 - ظهور بیماری‌ها یا بحران‌های اجتماعی، سلامتی و زیست‌محیطی جدید ناشی از آزمایش‌های ناموفق و پر خطای زیست‌فناورانه.
 - مخالفت‌های ایدئولوژیک در خصوص توانمندی‌های بالقوه زیست‌فناوری
 - اعتقاد بسیار به تکامل نیافتن زیست‌فناوری در آینده نزدیک
 - تولید و استفاده از تسلیحات نظامی زیستی

این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق همراه با عدم قطعیت است. میزان توافق خبرگان در هر یک از دو حالت با سنج‌های موسوم به «شاخص اجماع» اندازه‌گیری می‌شود. این نتایج به صورت ترسیمی در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



شکل شماره ۲۲- شاخص اجماع پرسش اول در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش اول نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، همان شاخص اجماع است که از نتایج دور اول استخراج شده و میزان توافق تمام خبرگان با یکی از دو حالت مورد پرسش را نشان می‌دهد. این شاخص نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، تأحدودی با حالت اول این پرسش موافق بوده‌اند، اما این میزان توافق چشمگیر نبوده است. همچنین، ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $1/511$ بوده است که نشان می‌دهد نظرات پاسخ‌دهندگان درخصوص این پرسش نسبتاً پراکنده است. میزان توافق خبرگان درخصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۲۳ نشان داده شده است.



شکل شماره ۲۳- شاخص اجماع پرسش اول در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم بیشتر به سمت حالت اول متمایل شده‌اند و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم معادل $0/734$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، کمتر شده است.

پرسش ۲: اشتراک کشورها در تحقیقات

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

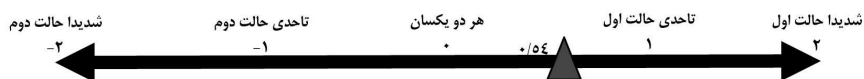
حالت (۱):

- کشورهای جهان در جهت‌دهی به تحقیقات زیست فناوری به صورت اشتراکی عمل خواهند کرد.
- در این حالت ادعا می‌شود که در آینده، کشورهای مختلف در تعیین سیر تحولات و تحقیقات حوزه زیست فناوری به صورت مشترک عمل می‌کنند و تحقیقات این حوزه از همگرایی برخوردارند. طرفداران وقوع این حالت در آینده، نظرات زیر را برای ادعای خود بیان می‌دارند:
- ظهور بیماری‌ها و مشکلات زیستی در مقیاس جهانی
- وجود منافع اقتصادی - سیاسی مشترک
- گسترده شدن فعالیت‌های تحقیقاتی در کشورهای مختلف
- وجود نیازمندی‌های مشترک مانند بحران آب

حالت (۲):

- کشورهای جهان در جهت‌دهی به تحقیقات زیست فناوری به صورت انفرادی عمل خواهند کرد.
- در این حالت ادعا می‌شود که بنا بر دلایل مختلف، در آینده تحقیقات حوزه زیست فناوری از واگرایی برخوردار بوده و کشورهای مختلف به صورت انفرادی به جهت‌دهی تحقیقات این حوزه می‌پردازند. طرفداران وقوع این حالت در آینده، نظرات زیر را برای ادعای خود بیان می‌دارند:
- اولویت امنیتی در تحقیقات زیستی.
- پتانسیل فناوری زیستی برای استفاده‌های دوگانه نظامی و امنیتی فعالیت‌های اشتراکی را کاهش می‌دهد.
- گسترش فضای رقابتی در بازار محصولات.

این دو حالت نشان‌دهنده نبود توافق در خصوص یکی از حالت‌هاست. اما نتایج نشان می‌دهند که خبرگان تا حدود زیادی با حالت اول موافق هستند و به این گزینه رای داده‌اند. در دور اول دلفی، پاسخ‌ها به این پرسش به صورت شکل زیر بود.

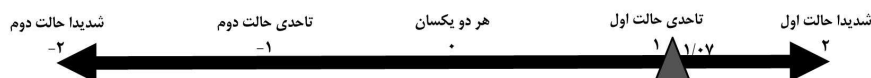


شکل شماره ۲۴- شاخص اجماع پرسش دوم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش دوم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری بیشتر با حالت اول موافق هستند.

همچنین، ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $2/354$ بوده است که نشان می‌دهد نظرات پاسخ‌دهندگان از پراکندگی نسبتاً زیادی درخصوص این پرسش برخوردار بوده است.

میزان توافق خبرگان درخصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۲۵ نشان داده شده است.



شکل شماره ۲۵- شاخص اجماع پرسش دوم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم بیشتر به سمت حالت اول متمایل شده‌اند و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل با $1/068$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، بسیار کمتر شده است.

پرسش ۳: مشارکت عموم جامعه

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

حالت (۱):

- عموم جامعه در تعیین اولویت‌های زیست فناوری مشارکت خواهند کرد.
- در این حالت ادعا می‌شود که در آینده، تمامی بخش‌های جامعه در تعیین اولویت‌های زیست فناوری به مشارکت می‌پردازند. دلایلی که طرفداران این حالت ذکر می‌کنند عبارت‌اند از:
 - نیاز جامعه در جهت دهی به بازار محصولات زیست فناوری نقش پر اهمیتی دارد.
 - سرمایه‌گذاران خصوصی در تعیین اولویت‌های زیست فناوری دخالت می‌کنند.
 - صاحبان صنایع به اهمیت درک عموم جامعه پی برده‌اند.

حالت (۲):

- عموم جامعه در تعیین اولویت‌های زیست فناوری مشارکت نخواهند کرد.
- بالعکس در این حالت ادعا می‌شود که در آینده تمامی بخش‌های جامعه در تعیین اولویت‌های زیست فناوری به مشارکت نپرداخته و تنها برخی از بخش‌های جامعه، به تعیین اولویت‌های این حوزه اقدام می‌نمایند. دلایلی که طرفداران این حالت برای ادعای خود بیان می‌کنند عبارتست از:
 - تبلیغات رسانه‌ها باعث دور ماندن عموم مردم و عدم درک درست آن‌ها از پیشرفت‌های زیست فناوری خواهد شد.
 - بنگاه‌ها بر اساس توانمندی‌های خود به تولید محصولات می‌پردازند.
 - احزاب و گروه‌های طرفدار محیط زیست در ایجاد فضای منفی موفق خواهند بود.
 - پیچیده‌تر شدن فناوری‌ها درک عمومی از آن‌ها و در نتیجه مشارکت را کاهش می‌دهد.

این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق از قطعیت برخوردار نبوده و دچار عدم قطعیت است. پاسخ‌هایی که خبرگان در دور اول و دوم دلفی، در خصوص میزان توافق‌شان با یکی از دو حالت، به این پرسش داده‌اند، تاحدودی این امر را نشان می‌دهد. در دور اول دلفی، پاسخ‌ها به این پرسش به صورت شکل زیر بود.



شکل شماره ۲۶- شاخص اجماع پرسش سوم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش سوم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان در خصوص این موضوع توافق بسیار اندکی دارند و به میزان بسیار ناچیزی با حالت اول موافقت. همچنین، ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $۲۵/۷۹۲$ بوده است که نشان می‌دهد پاسخ‌دهندگان نظرات بسیار پراکنده‌ای در خصوص این پرسش مطرح نموده‌اند.

میزان توافق خبرگان در خصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۲۷ نشان داده شده است.



شکل شماره ۲۷- شاخص اجماع پرسش سوم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم برخلاف دور اول، به میزان بسیار ناچیزی به حالت دوم متمایل شده‌اند و نظرات آنان نسبت به دور اول، واگراتر شده است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل $۳۸/۵۶۷$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، بیشتر شده و این میزان پراکندگی نظرات، بسیار قابل توجه است.

پرسش ۴: نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی

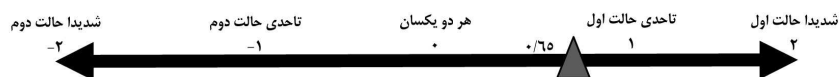
در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

حالت (۱):

- بازار آزاد و خصوصی بیشترین کارایی را در پیشرفت صنعت زیست‌فناوری دارد. با توجه به گزاره مطرح در این حالت، در آینده پیشرفت و توسعه صنعت زیست‌فناوری متکی به بازار آزاد و حضور بخش خصوصی در این حوزه خواهد بود. دلایلی که طرفداران این حالت مطرح می‌کنند عبارت‌اند از:
 - سودآور بودن این صنایع در آینده برای بخش خصوصی بسیار جذاب خواهد بود لذا سرمایه‌گذاری با حجم بالا قابل حصول خواهد بود.
 - رقابت در بازار منجر به رشد بنگاه‌های موفق و انتخاب هوشمندانه‌تر حوزه‌های فعالیت می‌شود.
 - بخش خصوصی از انحصار دولت‌ها در صنایع زیست‌فناوری جلوگیری می‌کند.

حالت (۲):

- مداخلات دولتی منجر به افزایش کارایی در پیشرفت صنعت زیست‌فناوری خواهد شد.
 در این حالت، در آینده این دولت‌ها هستند که باعث رشد و پیشرفت صنعت زیست‌فناوری می‌شوند و هرگونه توسعه‌ای در این حوزه متکی به دخالت‌های دولت خواهد بود. دلایل مطرح برای این حالت عبارت‌اند از:
 - سرمایه‌گذاری‌های اولیه به دلیل حجم بالا از عهده بخش خصوصی خارج است.
 - بخش دولتی به دلیل قدرت مالی بالا از استحکام بالا و ریسک پایین ورشکسته شدن برخوردار است.
 - ریسک بالای موفقیت در حوزه‌های فناوری پیشرفته حضور فعال بخش خصوصی را کاهش می‌دهد. این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق از قطعیت برخوردار نبوده و دچار عدم قطعیت است. پاسخ‌هایی که خبرگان در دور اول و دوم دلفی، در خصوص میزان توافق‌شان با یکی از دو حالت، به این پرسش داده‌اند، در قالب بُردار به صورت شکل زیر نشان داده شده‌اند.

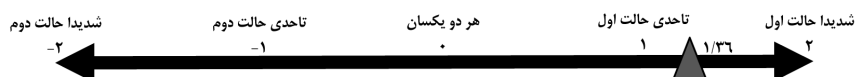


شکل شماره ۲۸- شاخص اجماع پرسش چهارم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش چهارم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری نسبتاً با حالت اول توافق دارند.

همچنین ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $2/215$ بوده است که نشان می‌دهد پاسخ‌دهندگان نظرات پراکنده‌ای درخصوص این پرسش مطرح نموده‌اند.

میزان توافق خبرگان درخصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۲۹ نشان داده شده است



شکل شماره ۲۹- شاخص اجماع پرسش چهارم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم بیشتر به سمت حالت اول متمایل شده‌اند و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل با $0/805$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، بسیار کمتر شده است.

پرسش ۵: قانونگذاری در صنعت زیست فناوری

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

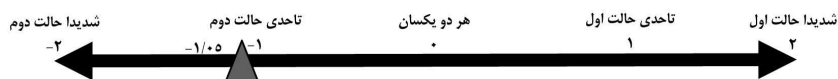
حالت (۱):

- قانون‌گذاران صنعت زیست‌فناوری تنها به منافع انسان توجه خواهند کرد.
- در این حالت پیش‌بینی می‌شود که در آینده، قانون‌گذاران صنعت زیست‌فناوری تنها به منافع نوع انسان توجه داشته و در این راستا سایر مسایل را نادیده می‌گیرند. دلایلی که طرفداران این نظریه مطرح می‌کنند عبارت‌اند از:
- اهمیت سلامتی، تامین آب و غذا برای انسان‌ها و مسایل این‌چنینی در آینده بسیار بالا خواهد بود.
- حل مسایل بحرانی در آینده مانع از توجه انسان به منافع موجودات غیر خود خواهد شد.

حالت (۲):

- قانون‌گذاران صنعت زیست‌فناوری به حقوق حیوانات، مسائل اخلاقی، پایداری محیط زیست و ایمنی نیز توجه خواهند کرد.
- در این حالت پیش‌بینی می‌شود که در آینده، قانون‌گذاران صنعت زیست‌فناوری تنها به منافع نوع انسان توجه نداشته و در کنار این منافع به حقوق حیوانات، مسائل اخلاقی و مسایل زیست‌محیطی و پایداری نیز توجه نشان می‌دهند. دلایل طرفداران این نظریه عبارت‌اند از:
- قوانین جهانی و حامی محیط‌زیست و حقوق حیوانات، بسیار سخت‌گیرانه خواهد شد.
- در بسیاری از موارد منافع انسان و سایر موجودات مشترک خواهد بود.
- جنبش‌های طرفدار محیط زیست و حقوق حیوانات، بسیار قوی خواهند بود.

این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق از قطعیت برخوردار نبوده و دچار عدم قطعیت است. پاسخ‌هایی که خبرگان در دور اول و دوم دلفی، در خصوص میزان توافق‌شان با یکی از دو حالت، به این پرسش داده‌اند، در قالب بُردار به‌صورت شکل زیر نشان داده شده‌اند.

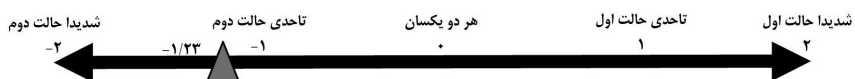


شکل شماره ۳۰- شاخص اجماع پرسش پنجم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش پنجم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، تاحدودی با حالت دوم این پرسش موافق بوده‌اند و این میزان توافق نسبتاً بالا بوده است.

همچنین ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $1/12$ بوده است که نشان می‌دهد پاسخ‌دهندگان نظرات نسبتاً پراکنده‌ای درخصوص این پرسش مطرح نموده‌اند.

میزان توافق خبرگان درخصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۳۱ نشان داده شده است.



شکل شماره ۳۱- شاخص اجماع پرسش پنجم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم بیشتر به سمت حالت دوم متمایل شده‌اند و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل $0/875$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، کمتر شده است.

پرسش ۶: حفظ حقوق مالکیت فکری

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

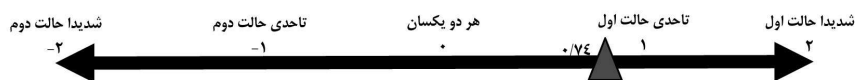
حالت (۱):

- کشورها و موسسات تحقیقاتی به حقوق مالکیت فکری پای‌بند خواهند بود.
- در این حالت ادعا می‌شود که قوانین و حقوق مالکیت فکری توسط کشورها و موسسات تحقیقاتی در سراسر جهان حفظ شده و رعایت می‌گردد. دلایلی که طرفداران این حالت مطرح می‌کنند عبارت‌اند از:
- کشورها و موسسات تحقیقاتی به منافع موجود در احترام به حقوق مالکیت فکری پی خواهند برد.
- کشورها و موسسات تحقیقاتی در مدیریت دانش بسیار موفق‌تر خواهند بود.
- فشار بنگاه‌های فعال، جهت افزایش گستره حقوق مالکیت فکری بر نظام حقوقی کشورها افزایش می‌یابد.

حالت (۲):

- کشورها و موسسات تحقیقاتی به حقوق مالکیت فکری پای‌بند نخواهند بود.
- در این حالت ادعا می‌شود که قوانین و حقوق مالکیت فکری توسط کشورها و موسسات تحقیقاتی در سراسر جهان حفظ نشده و توجهی به آن نمی‌شود. دلایلی که طرفداران این ادعا مطرح می‌کنند عبارت‌اند از:
- رقابت منفی در عرصه‌های مختلف همچون موارد امنیتی بسیار شدیدتر خواهد بود.
- منافع موجود در دزدیدن اطلاعات مهم فناورانه در بعضی کشورهای غیر دموکراتیک مانند چین بسیار فریبنده خواهد بود.
- همکاری‌های متن‌باز استفاده‌های تجاری بدون اجازه از تحقیقات را تقویت می‌کند.

این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق از قطعیت برخوردار نبوده و دچار عدم قطعیت است. پاسخ‌هایی که خبرگان در دور اول و دوم دلفی، در خصوص میزان توافق‌شان با یکی از دو حالت، به این پرسش داده‌اند، در قالب بُردار به صورت شکل زیر نشان داده شده‌اند.

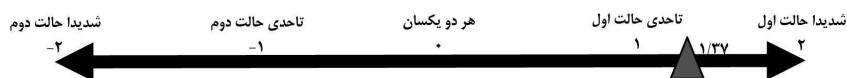


شکل شماره ۳۲- شاخص اجماع پرسش ششم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش ششم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، بیشتر با حالت اول این پرسش موافق بوده‌اند اما میزان این توافق چندان چشمگیر نبوده است.

همچنین ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $1/782$ بوده است که نشان می‌دهد پراکندگی نظرات پاسخ‌دهندگان درخصوص این پرسش، نسبتاً زیاد بوده است.

میزان توافق خبرگان درخصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۳۳ نشان داده شده است.



شکل شماره ۳۳- شاخص اجماع پرسش ششم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم بیشتر به سمت حالت اول متمایل شده‌اند و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل $0/555$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، بسیار کمتر شده است.

پرسش ۷: یکپارچگی بین گروه‌ها

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

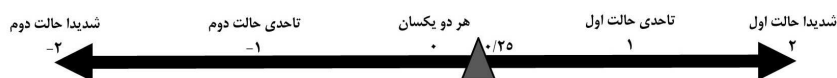
حالت (۱):

- یکپارچگی بین گروه‌های طرفدار تحقیقات زیست‌فناوری و طرفداران محیط‌زیست بوجود خواهد آمد.
- در این حالت ادعا می‌شود که در آینده بین طرفداران تحقیقات زیست‌فناوری و طرفداران محیط‌زیست، یکپارچگی ایجاد شده و آنها از نظراتی همگرا برخوردارند. دلایل طرفداران این ادعا عبارت‌اند از:
- وجود بحران‌های زیست محیطی و ضرورت حل آنها باعث ایجاد تفاهم مشترک در بین گروه‌ها خواهد شد.
- اطلاع رسانی در زمینه منافع و مضرات زیست‌فناوری بسیار شفاف خواهد بود.

حالت (۲):

- تشتت آرا بین گروه‌های طرفدار تحقیقات زیست‌فناوری و طرفداران محیط زیست به وجود خواهد آمد.
- در این حالت ادعا می‌شود که در آینده بین طرفداران تحقیقات زیست‌فناوری و طرفداران محیط‌زیست اختلاف نظر وجود داشته و آنها نظراتی واگرا خواهند داشت. دلایل طرفداران این حالت عبارت‌اند از:
- فاجعه‌های زیستی ناشی از تحقیقات شکست خورده، باعث رشد نگاه منفی گروه‌ها خواهد شد.
- رشد تفکرات خشک ایدئولوژیک در خصوص عدم دست‌کاری در طبیعت و مقابله با زیست‌فناوری در آینده شدیدتر خواهد بود.

این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق از قطعیت برخوردار نبوده و دچار عدم قطعیت است. پاسخ‌هایی که خبرگان در دور اول و دوم دلفی، در خصوص میزان توافق‌شان با یکی از دو حالت، به این پرسش داده‌اند، در قالب بُردار به‌صورت شکل زیر نشان داده شده‌اند.

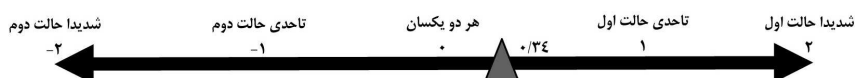


شکل شماره ۳۴- شاخص اجماع پرسش هفتم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش هفتم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، تاحدودی با حالت اول این پرسش موافق بوده‌اند، اما میزان این توافق اندک بوده است.

همچنین ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل ۵/۲۷ بوده است که نشان می‌دهد پاسخ‌دهندگان نظرات بسیار پراکنده‌ای درخصوص این پرسش مطرح نموده‌اند.

میزان توافق خبرگان درخصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۳۵ نشان داده شده است.



شکل شماره ۳۵- شاخص اجماع پرسش هفتم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم اندکی بیشتر به سمت حالت اول متمایل شده‌اند و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل ۳/۴۹۱ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، کمتر شده است.

پرسش ۸: منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت

در خصوص پرسش فوق در سال ۱۴۰۴ می‌توان دو حالت حدی ذیل را در نظر گرفت، که دلایل طرفداران هر یک از دو حالت حدی نیز در ذیل آمده است:

حالت (۱):

- شرکت‌های فعال در زیست‌فناوری تنها بر منافع کوتاه‌مدت و زودبازده تمرکز خواهند داشت.
- در این حالت پیش‌بینی می‌شود که در آینده، شرکت‌های فعال در حوزه زیست‌فناوری تنها بر منافع کوتاه‌مدت و زودبازده تمرکز نموده و دیدگاه بلندمدت نخواهند داشت. دلایل طرفداران این نظریه عبارت‌اند از:
 - سرمایه‌گذاری‌های زیاد در زیست‌فناوری نیاز به بازگشت سریع سود سرمایه‌گذاری‌ها را تشدید خواهد کرد.
 - تنوع محصولات و بازار رقابتی منافع کوتاه‌مدت را در کانون توجه سرمایه‌گذارها قرار خواهد داد.

حالت (۲):

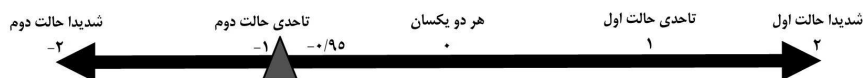
- شرکت‌های فعال در زیست‌فناوری بر منافع بلندمدت تمرکز خواهند داشت.
- در این حالت پیش‌بینی می‌شود که در آینده، شرکت‌های فعال در حوزه زیست‌فناوری از دیدگاه کوتاه‌مدت فاصله گرفته و دیدگاه بلندمدتی نسبت به منافع خود اتخاذ می‌کنند. دلایل طرفداران این حالت عبارت‌اند از:
 - قبول مسوولیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی شرکت‌ها در آینده بیشتر خواهد بود.
 - ساخت تجهیزات و محصولات زیستی به مدت زمان زیادی نیاز دارد و شرکت‌ها مجبور به تمرکز به منافع بلند مدت خواهند بود.
 - دریافت تاییدیه‌ها برای محصولات نیازمند فرآیند طولانی است.

این موارد نشان می‌دهد که پرسش فوق از قطعیت برخوردار نبوده و دچار عدم قطعیت است. پاسخ‌هایی که خبرگان در دور اول و دوم دلفی، در خصوص میزان توافق‌شان با یکی از دو حالت، به این پرسش داده‌اند، در قالب بُردار به صورت شکل زیر نشان داده شده‌اند.



شکل شماره ۳۶- شاخص اجماع پرسش هشتم در دور اول

در این بردار میزان اجماع خبرگان در دور اول دلفی در خصوص عدم قطعیت پرسش هشتم نشان داده شده است. مثلث نشانگر بر روی این بردار و عدد کنار آن، نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، بیشتر با حالت دوم موافق بوده‌اند اما میزان این توافق چندان زیاد نبوده است. همچنین ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور اول معادل $3/678$ بوده است که نشان می‌دهد پراکندگی نظرات پاسخ‌دهندگان در خصوص این پرسش زیاد است. میزان توافق خبرگان در خصوص این پرسش در دور دوم دلفی در شکل ۳۷ نشان داده شده است.



شکل شماره ۳۷- شاخص اجماع پرسش هشتم در دور دوم

این شکل نشان می‌دهد که خبرگان حوزه زیست‌فناوری، در دور دوم بیشتر از دور اول با حالت دوم موافق بوده و نظرات آنان به سمت همگرایی سوق یافته است. ضریب واریانس تمامی پاسخ‌ها به این پرسش در دور دوم نیز معادل $1/217$ بوده که نشان می‌دهد پراکندگی آرای خبرگان درباره این پرسش در دور دوم، کمتر شده است.

در جداول زیر، پاسخ‌های خبرگان حوزه زیست‌فناوری به این پرسش‌ها در دور اول و دوم دلفی آورده شده است. در این دسته هشت پرسش ارائه شده که در خصوص این پرسش‌ها از خبرگان خواسته شده تا اول نظر خود را در خصوص میزان تخصص شان در زمینه هر پرسش مطرح نموده، سپس بیان نمایند که با کدام یک از دو حالت هر پرسش موافق بوده و در نهایت میزان اهمیت هر پرسش را برای سیاستگذاری در حوزه زیست‌فناوری بیان نمایند.

جدول شماره ۷- پاسخ‌های خبرگان به دسته اول سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری - دور اول

پرسش	میزان تخصص در خصوص پرسش						با کدام یک از دو حالت موافق‌اید								میزان اهمیت یکی از دو حالت برای سیاست‌گذاری					
	زیاد	متوسط	کم	هیچ	جمع	شاخص تخصص	شدیدا اول	تاحدی اول	شدیدا دوم	تاحدی دوم	یکسان	نمی‌دانم	جمع	شاخص اجماع	زیاد	متوسط	کم	هیچ	جمع	شاخص اهمیت
۱. خلق و خوی اجتماعی	۲۹	۳۹	۴	۲	۷۴	۶۶.۸۹	۲۶	۲۵	۴	۱۰	۸	۰	۷۳	۰.۸۱	۵۷	۱۱	۳	۱	۷۲	۸۷.۸۵
۲. اشتراک کشورها در تحقیقات	۲۴	۴۰	۱۰	۰	۷۴	۶۲.۸۴	۲۲	۲۱	۶	۱۲	۱۴	۰	۷۵	۰.۵۴	۴۵	۲۴	۴	۰	۷۳	۷۹.۴۵
۳. مشارکت عموم جامعه	۲۲	۴۳	۷	۲	۷۴	۶۱.۱۵	۱۵	۱۹	۱۱	۲۳	۴	۰	۷۲	۰.۰۶	۲۹	۳۰	۹	۲	۷۰	۶۶.۰۷
۴. نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۳۷	۳۲	۵	۰	۷۴	۷۳.۳۱	۳۱	۱۵	۱۰	۸	۱۱	۰	۷۵	۰.۶۵	۵۲	۱۹	۱	۱	۷۳	۸۴.۵۹
۵. قانونگذاری در صنعت زیست فناوری	۲۶	۴۰	۸	۰	۷۴	۶۴.۸۶	۵	۴	۳۴	۲۴	۷	۰	۷۴	-۱.۰۵	۴۰	۳۰	۱	۲	۷۳	۷۵.۶۸
۶. حفظ حقوق مالکیت فکری	۲۴	۴۰	۹	۱	۷۴	۶۲.۵۰	۲۹	۱۹	۶	۱۰	۱۰	۰	۷۴	۰.۷۴	۴۱	۲۷	۳	۱	۷۲	۷۶.۷۴
۷. یکپارچگی بین گروه‌ها	۱۸	۴۳	۱۱	۲	۷۴	۵۷.۰۹	۱۴	۲۴	۶	۲۲	۷	۰	۷۳	۰.۲۵	۳۲	۲۴	۱۴	۰	۷۰	۶۷.۸۶
۸. منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	۲۷	۴۰	۵	۱	۷۳	۶۶.۱۰	۹	۱۳	۲۳	۱۳	۱۵	۰	۷۳	-۰.۳۸	۳۲	۳۴	۳	۲	۷۱	۷۰.۰۷

لازم به ذکر است که اعداد درون جدول بیانگر تعداد خبرگانی می‌باشد که پاسخ‌های خود را به هر گزینه ارائه داده‌اند.

جدول شماره ۸- پاسخ‌های خبرگان به دسته اول سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

پرسش	میزان تخصص در خصوص پرسش						با کدام یک از دو حالت موافق‌اید						میزان اهمیت یکی از دو حالت برای سیاست‌گذاری							
	زیاد	متوسط	کم	هیچ	جمع	شاخص تخصص	شدیدا اول	تاحدی اول	شدیدا دوم	تاحدی دوم	یکسان	نمی‌دانم	جمع	شاخص اجماع	زیاد	متوسط	کم	هیچ	جمع	شاخص اهمیت
۱. خلق و خوی اجتماعی	۲۹	۲۹	۵	۰	۶۳	۷۱.۰۳	۲۴	۲۹	۰	۵	۳	۰	۶۱	۱.۱۸	۵۵	۷	۱	۰	۶۳	۹۳.۲۵
۲. اشتراک کشورها در تحقیقات	۱۷	۳۷	۷	۰	۶۱	۶۱.۰۷	۲۵	۲۶	۵	۱	۴	۰	۶۱	۱.۰۷	۵۲	۹	۱	۰	۶۲	۹۱.۵۳
۳. مشارکت عموم جامعه	۲۰	۳۱	۹	۰	۶۰	۶۲.۹۲	۷	۲۰	۶	۲۴	۴	۰	۶۱	-۰.۰۳	۲۵	۲۹	۸	۰	۶۲	۶۶.۹۴
۴. نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۲۷	۲۷	۶	۰	۶۰	۷۰.۰۰	۴۰	۱۱	۳	۲	۵	۰	۶۱	۱.۳۶	۵۵	۶	۰	۰	۶۱	۹۵.۰۸
۵. قانونگذاری در صنعت زیست فناوری	۲۰	۳۱	۸	۰	۵۹	۶۳.۵۶	۳	۳	۳۱	۲۱	۲	۰	۶۰	-۱.۲۳	۴۷	۱۲	۱	۰	۶۰	۸۸.۷۵
۶. حفظ حقوق مالکیت فکری	۱۹	۲۸	۱۰	۰	۵۷	۶۲.۲۸	۳۰	۲۴	۰	۲	۴	۰	۶۰	۱.۳۷	۴۸	۱۱	۱	۰	۶۰	۸۹.۵۸
۷. یکپارچگی بین گروه‌ها	۱۸	۳۲	۸	۱	۵۹	۶۱.۰۲	۷	۲۹	۴	۱۵	۴	۱	۵۹	۰.۳۴	۳۶	۱۸	۵	۱	۶۰	۷۷.۰۸
۸. منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	۱۸	۳۲	۵	۱	۵۶	۶۲.۹۵	۳	۴	۲۵	۱۷	۱۱	۰	۶۰	-۰.۹۵	۳۱	۲۹	۱	۰	۶۱	۷۵.۰۰

با نگاهی به جدول مشاهده می‌شود که میزان تخصص خبرگان در خصوص پرسش‌های مطروحه، نسبتاً بالا بوده است و خبرگانی که به این پرسش‌ها پاسخ داده‌اند از دانش تخصصی بالایی در خصوص پرسش‌ها برخوردار بوده‌اند چرا که شاخص تخصص تقریباً برای همه پرسش‌ها، بالای ۶۰ است.

با تحلیل نظرات خبرگان در خصوص پرسش‌ها نیز مشخص می‌شود که به غیر از دو پرسش «قانونگذاری در صنعت زیست‌فناوری» و «منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت» که در آنها حالت دوم طرفداران بیشتری داشته و شاخص اجماع منفی شده است (و پرسش «مشارکت عموم جامعه» که در دور دوم دلفی شاخص اجماع آن منفی شده است)، در سایر پرسش‌ها حالت اول از هر پرسش، طرفداران بیشتری داشته است چرا که شاخص اجماع در آنها عددی مثبت است. اما میزان این شاخص در همه پرسش‌ها یکسان نبوده و بیانگر عدم قطعیت‌های متفاوت هر یک از پرسش‌هاست.

در جدول زیر میزان اجماع خبرگان در خصوص پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری در دور اول و دوم دلفی در کنار هم آمده است.

جدول شماره ۹- میزان اجماع خبرگان در خصوص پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری - دور اول و دوم

پرسش	شاخص اجماع دور اول	شاخص اجماع دور دوم
۱. خلق و خوی اجتماعی	۰.۸۱	۱.۱۸
۲. اشتراک کشورها در تحقیقات	۰.۵۴	۱.۰۷
۳. مشارکت عموم جامعه	۰.۰۶	-۰.۰۳
۴. نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۰.۶۵	۱.۳۶
۵. قانونگذاری در صنعت زیست‌فناوری	-۱.۰۵	-۱.۲۳
۶. حفظ حقوق مالکیت فکری	۰.۷۴	۱.۳۷
۷. یکپارچگی بین گروه‌ها	۰.۲۵	۰.۳۴
۸. منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	-۰.۳۸	-۰.۹۵

بدین ترتیب مشاهده می‌شود که نظر خبرگان در دور اول و دوم دلفی در خصوص عدم قطعیت‌ها، تغییراتی داشته و در دو دور دلفی، عدم قطعیت‌ها یکسان نبوده‌اند. با نگاه به جدول می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که با بازخورد نظرات تمامی خبرگان در دور اول به پاسخ‌دهندگان، پراکندگی نظرات پاسخ‌دهندگان در دور دوم دلفی بسیار کمتر از دور اول شده است و در همه پرسش‌ها (غیر از پرسش سوم که این شاخص در دور دوم منفی شده است)، شاخص اجماع در دور دوم، به سمت همگرایی نظرات پاسخ‌دهندگان، حرکت کرده است. بیشترین تغییرات این شاخص در طی دو دور انجام دلفی را می‌توان به ترتیب در جدول زیر مشاهده نمود.

جدول شماره ۱۰- میزان تغییر شاخص اجماع پرسشهای دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری طی دور اول و دوم دلفی

پرسش	میزان تغییر
۱. نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۰.۷۱
۲. حفظ حقوق مالکیت فکری	۰.۶۳
۳. منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	۰.۵۷
۴. اشتراک کشورها در تحقیقات	۰.۵۳
۵. خلق و خوی اجتماعی	۰.۳۷
۶. قانونگذاری در صنعت زیست فناوری	۰.۱۸
۷. مشارکت عموم جامعه	۰.۰۹
۸. یکپارچگی بین گروه‌ها	۰.۰۹

با توجه به جدول مشاهده می‌شود که پرسش «نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی» بیشترین تغییر و پرسش‌های «مشارکت عموم جامعه» و «یکپارچگی بین گروه‌ها» کمترین تغییر طی دو دور انجام دلفی را داشته‌اند.

در جدول زیر نیز میزان اهمیت هر پرسش برای سیاست‌گذاری در حوزه زیست‌فناوری در دور اول دلفی، برحسب شاخص اهمیت به ترتیب از میزان اهمیت بالا به پایین آورده شده است.

جدول شماره ۱۱- میزان اهمیت پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول

پرسش	شاخص اهمیت
خلق و خوی اجتماعی	۸۷.۸۵
نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۸۴.۵۹
اشتراک کشورها در تحقیقات	۷۹.۴۵
حفظ حقوق مالکیت فکری	۷۶.۷۴
قانونگذاری در صنعت زیست فناوری	۷۵.۶۸
منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	۷۰.۰۷
یکپارچگی بین گروه‌ها	۶۷.۸۶
مشارکت عموم جامعه	۶۶.۰۷

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، پرسش‌های «خلق و خوی اجتماعی» و «نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی» از نظر خبرگان این حوزه بیشترین اهمیت و پرسش‌های «مشارکت عموم جامعه» و «یکپارچگی بین گروه‌ها» کمترین اهمیت را برای سیاست‌گذاری در حوزه زیست‌فناوری دارا می‌باشند.

در جدول زیر نیز میزان اهمیت هر پرسش برای سیاست‌گذاری در حوزه زیست‌فناوری، برحسب شاخص اهمیت در دور دوم دلفی به ترتیب از میزان اهمیت بالا به پایین آورده شده است.

جدول شماره ۱۲- میزان اهمیت پرسش‌های دسته اول سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

پرسش	شاخص اهمیت
۱. نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۹۵.۰۸
۲. خلق و خوی اجتماعی	۹۳.۲۵
۳. اشتراک کشورها در تحقیقات	۹۱.۵۳
۴. حفظ حقوق مالکیت فکری	۸۹.۵۸
۵. قانونگذاری در صنعت زیست فناوری	۸۸.۷۵
۶. یکپارچگی بین گروه‌ها	۷۷.۰۸
۷. منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	۷۵.۰۰
۸. مشارکت عموم جامعه	۶۶.۹۴

همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود، پرسش‌های «نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی» و «خلق و خوی اجتماعی» از نظر خبرگان این حوزه بیشترین اهمیت و پرسش‌های «مشارکت عموم جامعه» و «منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت» کمترین اهمیت را برای سیاست‌گذاری در حوزه زیست‌فناوری دارا می‌باشند.

چون در حوزه زیست‌فناوری برخلاف چهار حوزه دیگر برای دسته دوم پرسش‌های دلفی، سوالی طراحی نشده است، در ادامه به تحلیل دسته سوم پرسش‌های دلفی پرداخته می‌شود.

۷-۲-۳- تحلیل دسته سوم پرسش‌های دلفی

در تحلیل دسته سوم پرسش‌های دلفی، از شاخصی به نام شاخص اولویت استفاده شد. این شاخص نشان‌دهنده میزان اولویت یک اقدام است که با توجه به نظر تمامی خبرگان در خصوص آن اقدام، محاسبه می‌شود. در دسته سوم پرسش‌ها، در خصوص اولویت تعدادی اقدام از پاسخ‌دهندگان نظرخواهی شده که آنها پاسخ‌های خود را با انتخاب یکی از گزینه‌های زیر ارائه نمودند:

الف- اولویت بالا

ب- اولویت متوسط

پ- اولویت کم

هر یک از خبرگان می‌توانست حداکثر سه اقدام با اولویت بالا، سه اقدام با اولویت متوسط و سه اقدام با اولویت کم را انتخاب نماید. در تحلیل نتایج دور اول و دوم دلفی، این شاخص به صورت زیر محاسبه گردید:

(تعداد پاسخ‌ها به گزینه الف $\times 100$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه ب $\times 50$ + تعداد پاسخ‌ها به گزینه پ $\times 25$) = شاخص اولویت

اعداد به دست آمده از این شاخص، استانداردسازی شده و اعدادی بین صفر تا ۱۰۰ به دست آمده‌اند. هرچه مقدار شاخص اولویت برای یک اقدام به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که میزان اولویت آن اقدام به نظر خبرگان، بالا بوده و هرچه مقدار شاخص اولویت یک اقدام به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که میزان اولویت آن اقدام به نظر خبرگان، کم بوده است.

در جداول ۱۳ و ۱۴ پاسخ خبرگان حوزه زیست‌فناوری به دسته سوم پرسش‌های دلفی در دور اول و دوم آورده شده است. در این دسته ۱۱ اقدام ذکر و از خبرگان خواسته شده تا درباره اولویت اقدامات اعلام نظر کنند. خبرگان باید برای هریک از اولویت‌های «زیاد»، «متوسط» و «کم»، حداکثر سه اقدام را ذکر می‌کردند.

جدول شماره ۱۳- پاسخ‌های خبرگان به دسته سوم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری - دور اول

اقدام	اولویت بالا	اولویت متوسط	اولویت کم	جمع	شاخص اولویت استاندارد شده
۱. ایجاد شبکه سراسری پایش بیماری‌های ویروسی	۲۳	۲۶	۱۷	۶۶	۴۷
۲. حمایت از تشکیل بنگاه‌های زیست‌فناورانه	۵۸	۱۱	۲	۷۱	۱۰۰
۳. ایجاد بانک اطلاعات زیستی کشور	۳۹	۱۰	۷	۶۶	۸۲
۴. تعامل با سازمان‌های جهانی در زمینه حقوق مالکیت فکری	۲۰	۳۰	۱۴	۶۴	۴۳
۵. سرمایه‌گذاری در آزمایشگاه‌های مجازی	۱۵	۳۰	۱۵	۶۰	۳۲
۶. تدوین سیاست‌های بیمه‌ای برای افراد جامعه در برابر استفاده از داروهای ژنتیکی	۲۱	۲۲	۱۶	۵۹	۳۷
۷. سرمایه‌گذاری در بیورباتیک	۸	۱۹	۲۶	۵۳	۱۱
۸. سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از معادن با زیست‌فناوری	۶	۱۹	۱۵	۴۰	۰
۹. وضع قوانین حمایت کننده در خصوص استفاده از اعضای موجود زنده در درمان انسان‌ها	۱۵	۱۸	۲۲	۵۵	۲۳
۱۰. ایجاد رشته دانشگاهی مهندسی بافت و ژن درمانی	۲۸	۲۸	۱۴	۷۰	۵۹
۱۱. ایجاد رشته دانشگاهی سلول درمانی	۱۶	۲۸	۱۴	۵۸	۳۲

گفتنی است که اعداد درون جدول بیانگر تعداد خبرگانی می‌باشد که پاسخ‌های خود را به هر گزینه ارائه داده‌اند.

جدول شماره ۱۴- پاسخ‌های خبرگان به دسته سوم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

اقدام	اولویت بالا	اولویت متوسط	اولویت کم	جمع	شاخص اولویت استاندارد شده
۱. ایجاد شبکه سراسری پایش بیماری‌های ویروسی	۱۴	۳۳	۹	۵۶	۴۷
۲. حمایت از تشکیل بنگاه‌های زیست‌فناورانه	۶۱	۴	۰	۶۵	۱۰۰
۳. ایجاد بانک اطلاعات زیستی کشور	۵۴	۱۱	۱	۶۶	۹۴
۴. تعامل با سازمان‌های جهانی در زمینه حقوق مالکیت فکری	۱۱	۲۸	۱۷	۵۶	۴۱
۵. سرمایه‌گذاری در آزمایشگاه‌های مجازی	۷	۱۶	۲۷	۵۰	۲۸
۶. تدوین سیاست‌های بیمه‌ای برای افراد جامعه در برابر استفاده از داروهای ژنتیکی	۷	۳۴	۱۹	۵۰	۳۱
۷. سرمایه‌گذاری در بیورباتیک	۲	۱۰	۲۵	۳۷	۱۳
۸. سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از معادن با زیست‌فناوری	۱	۳	۱۳	۱۷	۰
۹. وضع قوانین حمایت‌کننده در خصوص استفاده از اعضای موجود زنده در درمان انسان‌ها	۷	۳۱	۱۶	۴۴	۲۸
۱۰. ایجاد رشته دانشگاهی مهندسی بافت و ژن‌درمانی	۳۰	۲۴	۴	۵۸	۶۵
۱۱. ایجاد رشته دانشگاهی سلول درمانی	۹	۲۸	۱۰	۴۷	۳۴

با نگاهی به جداول مشاهده می‌شود که چه تعداد خبره برای هر اقدام، اولویت بالا، متوسط یا کم را قایل بوده‌اند. همچنین در این جداول شاخص اولویت برای هر اقدام نیز نشان داده شده است. این شاخص بیانگر این است که خبرگان برای هر اقدام تا چه میزان اولویت قایل بوده‌اند. در جدول زیر نیز اقدام‌های حوزه زیست‌فناوری در دور اول دلفی برحسب شاخص اولویت استاندارد شده، از میزان اولویت بیشتر به کمتر آورده شده‌اند.

جدول شماره ۱۵- میزان اولویت اقدام‌های دسته سوم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول

اقدام	شاخص اولویت استاندارد شده
۱. حمایت از تشکیل بنگاه‌های زیست‌فناورانه	۱۰۰
۲. ایجاد بانک اطلاعات زیستی کشور	۸۲
۳. ایجاد رشته دانشگاهی مهندسی بافت و ژن‌درمانی	۵۹
۴. ایجاد شبکه سراسری پایش بیماری‌های ویروسی	۴۷
۵. تعامل با سازمان‌های جهانی در زمینه حقوق مالکیت فکری	۴۳
۶. تدوین سیاست‌های بیمه‌ای برای افراد جامعه در برابر استفاده از داروهای ژنتیکی	۳۷
۷. سرمایه‌گذاری در آزمایشگاه‌های مجازی	۳۲
۸. ایجاد رشته دانشگاهی سلول درمانی	۳۲
۹. وضع قوانین حمایت کننده در خصوص استفاده از اعضای موجود زنده در درمان انسان‌ها	۲۳
۱۰. سرمایه‌گذاری در بیورباتیک	۱۱
۱۱. سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از معادن با زیست‌فناوری	۰

همان‌طور که در جدول آورده شده است این خبرگان، برای اقدام «حمایت از تشکیل بنگاه‌های زیست‌فناورانه» بیشترین اولویت و برای اقدام «سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از معادن با زیست‌فناوری» کمترین اولویت را قایل شده‌اند.

در جدول زیر نیز اقدام‌های حوزه زیست‌فناوری در دور دوم دلفی برحسب شاخص اولویت استاندارد شده، از میزان اولویت بیشتر به کمتر آورده شده‌اند.

جدول شماره ۱۶- میزان اولویت اقدام‌های دسته سوم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

شخص اولویت استانداردشده	اقدام
۱۰۰	۱. حمایت از تشکیل بنگاه‌های زیست‌فناورانه
۹۴	۲. ایجاد بانک اطلاعات زیستی کشور
۶۵	۳. ایجاد رشته دانشگاهی مهندسی بافت و ژن‌درمانی
۴۷	۴. ایجاد شبکه سراسری پایش بیماری‌های ویروسی
۴۱	۵. تعامل با سازمان‌های جهانی در زمینه حقوق مالکیت فکری
۳۴	۶. ایجاد رشته دانشگاهی سلول درمانی
۳۱	۷. تدوین سیاست‌های بیمه‌ای برای افراد جامعه در برابر استفاده از داروهای ژنتیکی
۲۸	۸. سرمایه‌گذاری در آزمایشگاه‌های مجازی
۲۸	۹. وضع قوانین حمایت‌کننده در خصوص استفاده از اعضای موجود زنده در درمان انسان‌ها
۱۳	۱۰. سرمایه‌گذاری در بیورباتیک
۰	۱۱. سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از معادن با زیست‌فناوری

همان‌گونه که در جدول آورده شده است این خبرگان، برای اقدام «حمایت از تشکیل بنگاه‌های زیست‌فناورانه» بیشترین اولویت و برای اقدام «سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از معادن با زیست‌فناوری» کمترین اولویت را قایل شده‌اند. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که نظر خبرگان در دور اول و دوم، تا حدود زیادی یکسان بوده و دچار تغییر نشده است.

۷-۲-۴- تحلیل دسته چهارم پرسش‌های دلفی

در جداول ۱۷ و ۱۸ پاسخ خبرگان به دسته چهارم پرسش‌های زیست‌فناوری آورده شده است. در این دسته ۲۳ گزاره عرضه و از خبرگان خواسته شده تا پس از تعیین میزان تخصص خود درباره هر گزاره، میزان اهمیت آن را تعیین، وضعیت ایران را در مقایسه با سایر کشورها (مناطق جغرافیایی) مشخص و آثار مورد انتظار ناشی از تحقق هر گزاره را بر حوزه‌های مختلف ذکر کنند و سرانجام اقدام‌های اصلی دولت جهت تحقق گزاره را نیز مشخص نمایند.

جدول شماره ۱۷- پاسخ‌های خبرگان به دسته چهارم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری - دور اول

ردیف	میزان تخصصی					اهمیت گزاره برای ایران					موقعیت ایران در مقایسه با سایر کشورها/مناطق					اثر مورد انتظار از تحقق گزاره بر:					اقدامات موردنی که دولت باید جهت تحقق گزاره اتخاذ نماید									
	رشد	موسدا	کار	فرهنگ	معارف	موسدا	کار	فرهنگ	معارف	تخصصی	رشد	موسدا	کار	فرهنگ	معارف	تخصصی	رشد	موسدا	کار	فرهنگ	معارف	تخصصی	رشد	موسدا	کار	فرهنگ	معارف	تخصصی		
۱	۲۳	۲۲	۳۰	۱۴	۷۳	۴۴	۱۸	۰	۱	۶۳	۸۲.۱۳	۱.۰۹	۰.۷۹	۰.۷۶	۰.۶۹	۰.۶۶	۰.۶۹	۱.۷۷	۲	۱.۷۷	۱.۷۷	۱.۸۶	۲۸	۴۸	۴۸	۳۱	۲۶	۳۶	۴۸	۳۴
۲	۲۸	۲۸	۱۵	۷۳	۷۳	۳۲.۶۴	۱۷	۳	۵۸	۹۸.۷۴	۱.۰۴	۰.۷۶	۰.۷۶	۰.۷۴	۰.۶۶	۰.۶۶	۱.۷۷	۱.۶۱	۱.۷۷	۱.۸۶	۲۹	۴۱	۴۸	۳۸	۲۸	۲۹	۴۱	۳۷	۲۶	
۳	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۳.۵۷	۲۷	۵	۳۵	۶۱.۶۷	۰.۹۵	۰.۷۷	۰.۶۳	۰.۶۳	۰.۶۳	۰.۶۳	۱.۱۵	۱.۴۶	۱.۳۳	۱.۴۶	۱۷	۳۱	۳۱	۳۱	۲۱	۱۷	۲۸	۳۰	۲۰	
۴	۱۹	۱۹	۲۳	۲۵	۷۱	۲۶.۶۱	۱۰	۰	۴۶	۵۶.۴۲	۰.۸۱	۰.۶۲	۰.۵۴	۰.۶۷	۰.۵۶	۰.۵۶	۱.۰۸	۱.۲۳	۱.۲۳	۱.۲۶	۲۳	۲۸	۲۶	۲۸	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۱۵	
۵	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۶۱	۲۳	۱۲	۱۷	۵۸.۵۱	۰.۹	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۹	۰.۸۸	۱.۲۸	۱.۲۸	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳	۱۹	
۶	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۵۷	۱۱	۲	۳۵	۸۴.۴۴	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۱.۰۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۵	
۷	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۵۷	۱۱	۲	۳۵	۸۴.۴۴	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۱.۰۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۵	
۸	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۵۷	۱۱	۲	۳۵	۸۴.۴۴	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۱.۰۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۵	
۹	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۵۷	۱۱	۲	۳۵	۸۴.۴۴	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۱.۰۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۵	
۱۰	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۵۷	۱۱	۲	۳۵	۸۴.۴۴	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۱.۰۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۵	
۱۱	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۸.۵۷	۱۱	۲	۳۵	۸۴.۴۴	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۱.۰۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۲۳						

لازم به ذکر است که اعداد درون جدول بیانگر تعداد خبرگانی می باشد که پاسخ های خود را به هر گزینه ارائه داده اند.

جدول شماره ۱۷- پاسخ‌های خبرگان به دسته چهارم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور اول (ادامه)

گزاره	میزان تخصص					اهمیت گزاره برای ایران					موقعیت ایران در مقایسه با سایر کشورها/مناطق					اثر مورد انتظار از تحقق گزاره بر:					اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره اتخاذ نماید										
	زیاد	معمول	کم	بسیار کم	نامشخص	زیاد	معمول	کم	بسیار کم	نامشخص	زیاد	معمول	کم	بسیار کم	نامشخص	زیاد	معمول	کم	بسیار کم	نامشخص	زیاد	معمول	کم	بسیار کم	نامشخص	زیاد	معمول	کم	بسیار کم	نامشخص	
۱۶. توسعه فناوری‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند (۲۰۱۴)	۱۳	۲۰	۱۷	۱۵	۶۵	۴۱٫۹۲	۳۰	۱۸	۰	۴۸	۸۱٫۲۵	-۶۴	-۶۴	-۵۹	-۶۹	-۵۵	۱٫۱۹	۱٫۳۶	۱٫۲۱	۱٫۲۲	۴۰	۲۵	۳۴	۳۴	۲۹	۲۴	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
۱۷. تشکیل آژیهایی از محققان/های در اندازه نانو که قادر به آنکارسازی هورمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک تراشه نیمه‌هادی باشند (تا سال ۲۰۱۳)	۴	۱۵	۱۸	۳۰	۶۷	۲۳٫۸۸	۱۸	۱۳	۷	۲۸	۶۹٫۰۸	-۴۹	-۳۹	-۴۹	-۵	-۴۱	-۹۵	۱٫۲۱	-۰٫۹۲	-۰٫۹۱	۲۱	۱۸	۱۶	۲۹	۲۶	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	
۱۸. توسعه فناوری‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در فناوری‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳	۰	۶	۱۶	۳۳	۶۵	۱۰٫۷۷	۴	۱۵	۴	۱	۲۴	۵۲٫۰۸	-۲۷	-۲۷	-۲۴	-۲۸	-۲۱	-۵۴	-۰٫۷۲	-۰٫۵۵	-۰٫۴۶	۱۶	۱۲	۱۲	۱۶	۱۲	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	
۱۹. توسعه روش‌هایی برای جلوگیری و کنترل پیشرفت بیماری آلزایمر تا سال ۲۰۱۹	۱	۱۰	۱۹	۲۴	۶۴	۱۶٫۸۰	۱۲	۲۰	۵	۰	۲۷	۶۲٫۸۴	-۳۲	-۳۲	-۳۲	-۳۷	-۳۳	-۳۲	-۰٫۶۸	-۰٫۶۸	-۰٫۶۸	۲۸	۲۸	۲۲	۲۲	۲۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	
۲۰. تشریح سیستم‌های مربوط به بیماری روانی افزودنی-دیوانگی تا سال ۲۰۲۰	۲	۶	۱۵	۲۴	۶۵	۱۳٫۳۶	۵	۱۲	۱۱	۰	۲۸	۴۹٫۱۱	-۳۷	-۳۷	-۳۶	-۳۸	-۳۷	-۳۵	-۰٫۳۷	-۰٫۳۷	-۰٫۳۷	۲۰	۱۸	۱۴	۲۰	۱۵	۸	۸	۸	۸	
۲۱. تشریح سیستم‌های پدیده اسکیزوفرنی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۲	۱	۷	۱۵	۲۴	۶۶	۱۲٫۵۰	۲	۱۴	۱۱	۰	۲۷	۴۳٫۵۲	-۳۶	-۳۶	-۳۶	-۳۷	-۳۶	-۳۴	-۰٫۳۹	-۰٫۳۹	-۰٫۳۹	۲۰	۱۶	۱۴	۱۹	۱۵	۷	۷	۷	۷	
۲۲. تولید انبوه باپولاستیک‌ها که در گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها به کار می‌روند (تا سال ۲۰۱۴)	۶	۱۵	۱۹	۲۸	۶۸	۲۶٫۸۴	۲۵	۱۴	۲	۱	۴۲	۷۷٫۲۸	-۷۸	-۶۲	-۳۹	-۵۵	-۱٫۰۳	۱٫۳۲	۱٫۲۸	۱٫۱۹	۲۹	۱۹	۱۵	۳۰	۳۱	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	
۲۳. توسعه فناوری‌های موثر در جلوگیری از انتقال سرطان تا سال ۲۰۲۰	۱۲	۱۴	۱۴	۲۷	۶۶	۳۳٫۳۳	۲۷	۱۳	۰	۲	۴۲	۷۹٫۷۶	-۶۸	-۵۹	-۳۷	-۵	-۳۹	-۱٫۰۹	۱٫۲۷	۱٫۰۵	۱٫۲۷	۲۳	۲۹	۲۳	۲۳	۲۱	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	

جدول شماره ۱۸- پاسخ‌های خبرگان به دسته چهارم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

تذکره	میزان تخصصی				اهمیت گزاره برای ایران							موقعیت ایران در مقایسه با سایر کشورها/منطق				اثر مورد انتظار از تحقق گزاره بر:				اقدامات موردنی که دولت باید جهت تحقق گزاره اتخاذ نماید											
	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص تخصصی	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	
۱- توسعه فناوری دست کاری فرایند رشد سلول بنیادی برای بدست آوردن سلولهای کاربردی استفاده در درمان تا سال ۲۰۱۶	۹	۳۳	۱۴	۸	۶۴	۴۵.۳۱	۵۵	۰	۰	۰	۶۱	۹۵.۰۸	۱.۵۳	۱.۰۸	۱.۳۴	۱.۱۷	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶	۲.۱۶	۲.۳۶
۲- فناوریهای قابل برنامه ریزی برای تولید سلولهای بنیادی از سلولهای جنین تا سال ۲۰۱۵	۷	۲۸	۱۶	۱۰	۶۱	۴۰.۹۸	۲۵	۰	۰	۰	۵۵	۹۰.۹۱	۱.۵۷	۱.۰۹	۱.۳۶	۱.۱۷	۲.۳۴	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶
۳- توسعه فناوری برای کنترل فرایند ساختاردهی به زن با بهره گیری از SIRNA تا سال ۲۰۱۲	۲۳	۳۳	۱۷	۱۵	۶۳	۳۷.۷۰	۷	۵	۰	۰	۲۸	۵۲.۶۹	۱.۹	۱.۵	۱.۱۲	۱.۳۷	۲.۰۶	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲
۴- توسعه فناوری برای کنترل کامل آرایش ماند زکام پهلار، آغزی پوستی یا شناسایی مکتیزهای ایمنی بدن و عوامل محیطی تا سال ۲۰۱۵	۶	۲۷	۱۶	۱۴	۳۳	۳۷.۳۰	۱۶	۳۱	۷	۰	۵۴	۶۱.۵۷	۱.۹۱	۱.۳۷	۱.۱۲	۱.۳۳	۲.۰۸	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲
۵- توسعه فناوریهای مشاهده در هوش مصنوعی و بیرونی سلولها و ردیابی نحوه توزیع این مواد در درون سلولها تا سال ۲۰۱۶	۸	۳۱	۱۳	۲۲	۶۴	۳۳.۹۸	۸	۳۰	۷	۰	۲۵	۵۰.۰۰	۲.۱۳	۱.۳۴	۱.۱۵	۱.۳۶	۱.۸۲	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۵
۶- توسعه فناوریهای تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکتیزوم (اسل) ملایم مربوط به شرایط بیرونی گیاه که در درون گیاه رخ میدهد و به گیاه اعلام می‌دهد که درجه حرارت محیط و میزان رطوبت را کاهش یافته است. (تا سال ۲۰۱۵)	۶	۲۱	۱۸	۲۱	۶۶	۳۱.۸۳	۲۵	۵	۰	۰	۵۰	۹۵.۰۰	۲.۱۲	۱.۶۵	۱.۱۶	۱.۵۷	۲.۳۶	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸	۲.۵۸
۷- تولید گیاهانی که با هندسی زیستکی تطبیق طوری طراحی شده که مواد آلاینده همچون NO را از محیط حذف می‌کنند. (تا سال ۲۰۱۵)	۵	۲۰	۱۸	۶۴	۳۱	۳۰.۴۷	۱۸	۳۸	۳۰	۰	۴۹	۶۶.۸۴	۲.۱۵	۱.۵۹	۱.۱۶	۱.۵۱	۲.۱۸	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲	۲.۵۲
۸- تولید گیاهان اصلاح ژنتیک شده که قابلیت ثابت نگهدارنده قطبش تیریزون در اسفند و استفاده از فسلاتهای موجود در خاک تا سال ۲۰۱۵	۷	۱۷	۲۱	۲۰	۶۵	۳۱.۹۲	۱۳	۴۰	۱	۰	۵۳	۶۰.۵۵	۲.۰۹	۱.۶۴	۱.۳۱	۱.۶	۱.۹۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲	۲.۳۲
۹- توسعه فناوری تشکیل یک سلول با دسته‌های کمتری از زن‌ها که برای تولید یک ماده نیازمند است (تا سال ۲۰۱۹)	۸	۱۵	۱۶	۲۰	۵۹	۳۳.۰۵	۸	۳۳	۳	۰	۴۴	۵۷.۲۹	۱.۸۵	۱.۳۶	۱.۱۲	۱.۵۴	۱.۳۱	۱.۵۵	۲.۶۱	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵	۲.۰۵
۱۰- توسعه فناوری تولید انرژی از کارآمدی سیار با برای تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی مکانیکی با استفاده از انرژی پروتون‌ها تا سال ۲۰۱۸	۳	۱۱	۱۸	۲۹	۶۱	۳۱.۳۱	۲۵	۱۲	۱۳	۰	۴۲	۷۶.۹۹	۱.۹۷	۱.۶۱	۱.۳۷	۱.۳۲	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱	۲.۳۱
۱۱- توسعه فناوری خاص برای انتخاب سلولها (گلونها) جهت تولید پادتن‌های تخصصی و مفید تا سال ۲۰۱۰	۱۴	۲۱	۱۱	۱۴	۶۰	۴۵.۴۲	۴۷	۰	۰	۰	۵۲	۹۵.۹۱	۱.۹۱	۱.۳۱	۱.۰۹	۱.۳۹	۲.۳۵	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶	۲.۴۶
۱۲- کشف روش‌های برای پیش‌بینی مدل درد زن‌های مبتلا به استفاده از اطلاعات مربوط به در کشایی DNA تا سال ۲۰۱۳	۲۰	۱۷	۱۰	۱۸	۶۵	۴۷.۶۹	۴۴	۱۷	۱۳	۰	۵۳	۸۱.۱۳	۲	۱.۳۳	۱.۱۳	۱.۳۹	۱.۱۱	۲.۶۵	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷	۱.۶۷
۱۳- توسعه فناوریهای انگشتکاری و پیدا کردن پادتن‌های سرطانی با قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر در همه جا بدن تا سال ۲۰۱۴	۶	۱۸	۱۶	۲۱	۶۱	۳۱.۱۵	۳۰	۸	۰	۰	۲۸	۹۱.۶۷	۲.۰۸	۱.۳۵	۱.۳۳	۱.۳۶	۱.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳
۱۴- کشف درمانی درمانی موثر برای بیماری‌های تک پادتنی (مالاریا و تریپانوسوم) تا سال ۲۰۱۳	۶	۱۸	۱۱	۲۶	۶۱	۳۱.۱۰	۱۳	۲۶	۳	۰	۴۱	۶۲.۸۰	۱.۸۳	۱.۳۳	۱.۱۴	۱.۳۶	۱.۱۹	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱۲
۱۵- توسعه فناوریهای مربوط به پاک‌سازی و به اشتراک گذاشتن حجم انبوهی از اطلاعات مربوط به تحقیقات زیست فناوری در شبکه‌های آزمایشگاهی مجازی تا سال ۲۰۱۳	۱۶	۱۸	۱۰	۱۶	۶۰	۴۵.۸۳	۲۵	۴	۰	۰	۵۳	۹۰.۵۷	۲.۰۹	۱.۵۱	۱.۳۶	۱.۳۵	۱.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶	۲.۳۶

جدول شماره ۱۸- پاسخ‌های خبرگان به دسته چهارم سوالات دلفی حوزه زیست‌فناوری- دور دوم (ادامه)

گزاره	میزان تخصص						اهمیت گزاره برای ایران						موقعیت ایران در مقایسه با سایر کشورها/مناطق						اثر مورد انتظار از تحقق گزاره بر:						اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره اتخاذ نماید						
	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص تخصص	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	رتبه	متوسط	کم	بیش	جمع	شاخص اهمیت	
۱۶. توسعه فناوری‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ایلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند. (۲۰۱۴)	۱۳	۲۳	۱۱	۱۷	۶۴	۴۲.۵۸	۳۵	۸	۰	۰	۵۳	۹۳.۳۵	۱.۷۵	۱.۳۷	۱.۱	۱.۲۶	۱.۰۷	۳.۴۵	۲.۱۶	۲.۵۶	۲.۳۵	۲.۶۷	۴۹	۲۲	۸	۶	۲۸	۳۵	۲۵	۳۵	۹
۱۷. تشکیل آژیهایی از محققان در اندازه ناو که قادر به آشکارسازی همزمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک ترانژنیمه‌های باشند. (تا سال ۲۰۱۴)	۶	۱۰	۱۳	۲۳	۶۱	۲۳.۳۶	۳۵	۱۰	۳	۰	۳۸	۸۰.۹۲	۱.۸۲	۱.۳۷	۱.۱۳	۱.۲۷	۱.۰۹	۲.۱۴	۲	۲.۵۴	۲.۱۱	۲۴	۸	۲۲	۸	۶	۳۰	۱۸	۱۸	۸	
۱۸. توسعه فناوری‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در فناوری‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳	۱	۸	۱۲	۴۰	۶۱	۱۳.۱۱	۶	۱۸	۶	۰	۳۰	۵۵.۰۰	۲	۱.۵۸	۱.۱۵	۱.۵۳	۱.۳۷	۱.۸۵	۲	۲.۳۲	۱.۹۶	۲۵	۵	۱۱	۸	۲۵	۱۱	۱۱	۴	۴	
۱۹. توسعه روش‌های برای جلوگیری و کنترل پیشرفت بیماری آلزایمر تا سال ۲۰۱۹	۱	۱۶	۳۰	۲۲	۵۹	۲۳.۷۳	۱۷	۲۲	۳	۰	۴۲	۶۸.۴۵	۱.۹۷	۱.۵۵	۱.۱۸	۱.۲۷	۱.۱۸	۱.۸۷	۲.۳۶	۱.۸۵	۲.۷۲	۳۵	۱۵	۱۳	۲۵	۱۰	۲۵	۱۳	۱۰	۱۰	
۲۰. نشر نتایج سیستم‌های مربوط به بیماری رونای عفونی-خونگی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۰	۲	۸	۱۵	۲۳	۵۸	۱۶.۸۱	۸	۲۳	۴	۰	۳۵	۵۵.۵۷	۲	۱.۴۶	۱.۳۱	۱.۳۵	۱.۲۳	۱.۹۴	۲.۱۶	۱.۵۸	۲.۳۷	۲۹	۱۲	۸	۲۵	۱۱	۱۱	۴	۴	۴	
۲۱. نشر نتایج سیستم‌های پدیده اسکیزوفرنی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۲	۳	۷	۱۴	۲۲	۵۶	۱۷.۸۶	۵	۲۵	۳	۰	۳۳	۵۵.۳۰	۲	۱.۵۹	۱.۲۳	۱.۲۸	۱.۳	۱.۹۷	۱.۵۶	۲.۵۳	۲۸	۱۰	۲۸	۱۰	۱۳	۲۴	۱۵	۱۵	۵	۵	
۲۲. تولید آنبود باپایه‌لایستیک‌ها که در گیاهان و میگو از کاربرد به کار می‌روند. (تا سال ۲۰۱۴)	۶	۱۷	۰	۲۲	۳۵	۲۳.۳۲	۳۵	۸	۱	۰	۲۴	۸۹.۲۰	۲.۳۷	۱.۸۷	۱.۳۵	۱.۳۶	۱.۳۸	۲.۳۵	۲.۳۵	۲.۲۳	۳۶	۵	۳۶	۵	۶	۳۸	۲۳	۲۳	۱۱	۱۱	
۲۳. توسعه فناوری‌های موثر در جلوگیری از انتشار سرطان تا سال ۲۰۲۰	۷	۱۸	۱۳	۲۴	۶۴	۳۱.۰۵	۳۰	۴	۰	۰	۴۴	۹۵.۴۵	۲	۱.۶۴	۱.۱۱	۱.۲۶	۱.۱۳	۲.۳۷	۲.۶	۲.۳۵	۲.۸۴	۴۰	۱۷	۲۱	۳۹	۲۷	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	

با نگاهی به جدول مشاهده می‌شود که میزان تخصص خبرگان در خصوص گزاره‌های مطروحه، کم بوده است و خبرگانی که به این گزاره‌ها پاسخ داده‌اند از دانش تخصصی اندکی در خصوص گزاره‌ها برخوردار بوده‌اند چرا که شاخص تخصص، برای اغلب گزاره‌ها کمتر از ۴۰ بوده و حتی برای برخی گزاره‌ها نیز کمتر از ۲۰ است.

در جدول زیر نیز میزان اهمیت هر گزاره از نظر خبرگان در دور اول دلفی، برحسب شاخص اهمیت به ترتیب از میزان اهمیت بالا به پایین آورده شده است.

جدول شماره ۱۹- میزان اهمیت گزاره‌های دسته چهارم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور اول

شاخص اهمیت	گزاره
۸۵.۷۸	۱. توسعه فناوری خاص برای انتخاب سلول‌ها (کلون‌ها) جهت تولید پادتن‌های مخصوص و مفید تا سال ۲۰۱۰
۸۴.۴۴	۲. توسعه فناوری‌های تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکانیزم ارسال علائم مربوط به شرایط بیرونی گیاه که در درون گیاه رخ می‌دهد و به گیاه اعلام می‌دارد که درجه حرارت محیط و میزان رطوبت آن کاهش یافته است. (تا سال ۲۰۱۵)
۸۴.۱۳	۳. توسعه فناوری دست‌کاری فرایند رشد سلول بنیادی برای به‌دست آوردن سلول‌های کاربردی مورد استفاده در درمان تا سال ۲۰۱۶
۸۲.۶۱	۴. توسعه فناوری‌های مربوط به یکپارچه‌سازی و به اشتراک گذاشتن حجم انبوهی از اطلاعات مربوط به تحقیقات زیست فناوری در شبکه‌های آزمایشگاهی مجازی تا سال ۲۰۱۴
۸۲.۴۵	۵. توسعه فناوری‌های آشکارسازی و پیدا کردن یاخته‌های سرطانی با قطر کمتر از ۱mm در همه‌جای بدن تا سال ۲۰۱۴
۸۱.۲۵	۶. توسعه فناوری‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند. (۲۰۱۴)
۷۹.۷۶	۷. توسعه فناوری‌های موثر در جلوگیری از متاستاز سرطان تا سال ۲۰۲۰
۷۹.۷۴	۸. فناوری‌های قابل برنامه‌ریزی برای تولید سلول‌های بنیادی از سلول‌های بدن تا سال ۲۰۱۵
۷۷.۲۸	۹. تولید انبوه پایوپلاستیک‌ها که در گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها به کار می‌روند. (تا سال ۲۰۱۴)
۷۰.۵۰	۱۰. کشف روش‌هایی برای پیش‌بینی عمل‌کرد ژن‌های مختلف با استفاده از اطلاعات مربوط به کدگشایی DNA تا سال ۲۰۱۴
۶۹.۰۸	۱۱. تشکیل آرایه‌ای از محفظه‌هایی در اندازه نانو که قادر به آشکارسازی هم‌زمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک تراشه نیمه‌هادی باشند. (تا سال ۲۰۱۴)
۶۳.۵۱	۱۲. کشف عوامل درمانی موثر برای بیماری‌های تک یاخته‌ای (مالاریا و تریپتوفان) تا سال ۲۰۱۳
۶۳.۲۸	۱۳. توسعه فناوری تبدیل انرژی با کارآمدی بسیار بالا برای تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی مکانیکی با استفاده از انرژی پروتین‌ها تا سال ۲۰۱۸
۶۳.۱۳	۱۴. تولید گیاهان اصلاح ژنتیک شده با قابلیت ثابت نگه‌داشتن غلظت نیتروژن در اتمسفر و استفاده از فسفات‌های موجود در خاک تا سال ۲۰۱۵
۶۲.۸۴	۱۵. توسعه روش‌هایی برای جلوگیری و کنترل پیشرفت بیماری آلزایمر تا سال ۲۰۱۹
۶۱.۶۷	۱۶. توسعه فناوری برای کنترل فرایند ساختاردهی به ژن با بهره‌گیری از siRNA تا سال ۲۰۱۴
۵۹.۸۸	۱۷. تولید گیاهانی که با مهندسی ژنتیک طوری طراحی شده‌اند که مواد آلاینده همچون NO را از محیط حذف می‌کنند. (تا سال ۲۰۱۵)
۵۸.۵۱	۱۸. توسعه فناوری‌های مشاهده در هم‌کش مواد درونی و بیرونی سلول‌ها و ردیابی نحوه توزیع این مواد در درون سلول‌ها تا سال ۲۰۱۶
۵۶.۵۲	۱۹. توسعه فناوری برای کنترل کامل انرژی‌ها مانند زکام بهاره، انرژی پوستی با شناسایی مکانیزم‌های ایمنی بدن و عوامل محیطی تا سال ۲۰۱۵
۵۶.۰۶	۲۰. توسعه فناوری تشکیل یک سلول با دسته‌های کمتری از ژن‌ها که برای تولید یک ماده نیازمندند. (تا سال ۲۰۱۹)
۵۲.۰۸	۲۱. توسعه فناوری‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در فناوری‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳
۴۹.۱۱	۲۲. تشریح سبب‌شناسانه مربوط به بیماری روانی افسردگی-دیوانگی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۰
۴۳.۵۲	۲۳. تشریح سبب‌شناسانه از پدیده اسکیزوفرنی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۲

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، گزاره‌های «توسعه فناوری خاص برای انتخاب سلول‌ها (کلون‌ها) جهت تولید پادتن‌های بخصوص و مفید تا سال ۲۰۱۰» و «توسعه فناوری‌های تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکانیزم ارسال علائم مربوط به شرایط بیرونی گیاه که در درون گیاه رخ می‌دهد و به گیاه اعلام می‌دارد که درجه حرارت محیط و میزان رطوبت آن کاهش یافته است (تا سال ۲۰۱۵)» بیشترین اهمیت و گزاره‌های «تشریح سبب‌شناسانه از پدیده اسکیزوفرنی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۲» و «تشریح سبب‌شناسانه مربوط به بیماری روانی افسردگی-دیوانگی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۰» کمترین اهمیت را از نظر خبرگان این حوزه در بین این دسته از سوالات دارا می‌باشند.

در جدول زیر نیز میزان اهمیت هر گزاره از نظر خبرگان در دور دوم دلفی، برحسب شاخص اهمیت به ترتیب از میزان اهمیت بالا به پایین آورده شده است.

جدول شماره ۲۰- میزان اهمیت گزاره‌های دسته چهارم سوالات حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

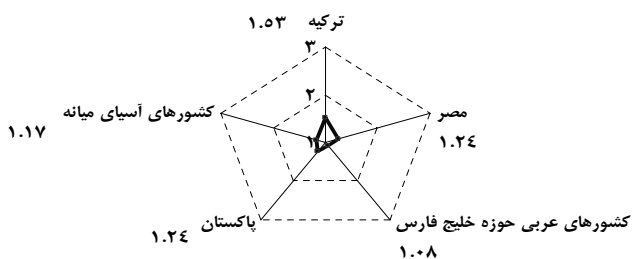
شاخص اهمیت	گزاره
۹۵.۴۵	۱. توسعه فناوری‌های موثر در جلوگیری از متاستاز سرطان تا سال ۲۰۲۰
۹۵.۱۹	۲. توسعه فناوری خاص برای انتخاب سلول‌ها (کلون‌ها) جهت تولید پادتن‌های بخصوص و مفید تا سال ۲۰۱۰
۹۵.۰۸	۳. توسعه فناوری دست‌کاری فرایند رشد سلول بنیادی برای به‌دست آوردن سلول‌های کاربردی مورد استفاده در درمان تا سال ۲۰۱۶
۹۵.۰۰	۴. توسعه فناوری‌های تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکانیزم ارسال علائم مربوط به شرایط پیرونی گیاه که در درون گیاه رخ می‌دهد و به گیاه اعلام می‌دارد که درجه حرارت محیط و میزان رطوبت آن کاهش یافته است. (تا سال ۲۰۱۵)
۹۲.۴۵	۵. توسعه فناوری‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند. (۲۰۱۴)
۹۱.۶۷	۶. توسعه فناوری‌های آشکارسازی و پیدا کردن باخته‌های سرطانی با قطر کمتر از ۱mm در هم‌جای بدن تا سال ۲۰۱۴
۹۰.۹۱	۷. فناوری‌های قابل برنامه‌ریزی برای تولید سلول‌های بنیادی از سلول‌های بدن تا سال ۲۰۱۵
۹۰.۵۷	۸. توسعه فناوری‌های مربوط به یکپارچه‌سازی و به اشتراک گذاشتن حجم انبوهی از اطلاعات مربوط به تحقیقات زیست فناوری در شبکه‌های آزمایشگاهی مجازی تا سال ۲۰۱۴
۸۹.۲۰	۹. تولید انبوه باپوپلاستیک‌ها که در گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها به کار می‌روند. (تا سال ۲۰۱۴)
۸۱.۱۳	۱۰. کشف روش‌هایی برای پیش‌بینی عمل‌کرد ژن‌های مختلف با استفاده از اطلاعات مربوط به کدگذاری DNA تا سال ۲۰۱۴
۸۰.۹۲	۱۱. تشکیل آرایه‌ای از محفظه‌هایی در اندازه نانو که قادر به آشکارسازی همزمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک تراشه نیمه‌هادی باشند. (تا سال ۲۰۱۴)
۷۶.۷۹	۱۲. توسعه فناوری تبدیل انرژی با کارآمدی بسیار بالا برای تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی مکانیکی با استفاده از انرژی پروتئین‌ها تا سال ۲۰۱۸
۶۸.۴۵	۱۳. توسعه روش‌هایی برای جلوگیری و کنترل پیشرفت بیماری آلزایمر تا سال ۲۰۱۹
۶۶.۸۴	۱۴. تولید گیاهاتی که با مهندسی ژنتیک طوری طراحی شده‌اند که مواد آلاینده همچون NO را از محیط حذف می‌کنند. (تا سال ۲۰۱۵)
۶۲.۸۰	۱۵. کشف عوامل درمانی موثر برای بیماری‌های تک باخته‌ای (مالاریا و تریپتوفان) تا سال ۲۰۱۳
۶۱.۵۷	۱۶. توسعه فناوری برای کنترل کامل انرژی‌ها مانند زکام بهاره انرژی پوستی با شناسایی مکانیزم‌های ایمنی بدن و عوامل محیطی تا سال ۲۰۱۵
۶۰.۸۵	۱۷. تولید گیاهان اصلاح ژنتیک شده با قابلیت ثابت نگهداشتن غلظت نیتروژن در اتمسفر و استفاده از فسفات‌های موجود در خاک تا سال ۲۰۱۵
۵۸.۵۷	۱۸. تشریح سبب‌شناسانه مربوط به بیماری روانی افسردگی-دیوانگی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۰
۵۷.۳۹	۱۹. توسعه فناوری تشکیل یک سلول با دسته‌های کمتری از ژن‌ها که برای تولید یک ماده نیازمندند. (تا سال ۲۰۱۹)
۵۵.۳۰	۲۰. تشریح سبب‌شناسانه از پدیده اسکیزوفرنی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۲
۵۵.۰۰	۲۱. توسعه فناوری‌های مشاهده در هم‌کنش مواد درونی و بیرونی سلول‌ها و ردیابی نحوه توزیع این مواد در درون سلول‌ها تا سال ۲۰۱۶
۵۵.۰۰	۲۲. توسعه فناوری‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در فناوری‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳
۵۴.۶۹	۲۳. توسعه فناوری برای کنترل فرایند ساختاردهی به ژن با بهره‌گیری از siRNA تا سال ۲۰۱۴

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، گزاره‌های «توسعه فناوری‌های موثر در جلوگیری از متاستاز سرطان تا سال ۲۰۲۰» و «توسعه فناوری خاص برای انتخاب سلول‌ها (کلون‌ها) جهت تولید پادتن‌های بخصوص و مفید تا سال ۲۰۱۰» بیشترین اهمیت و گزاره‌های «توسعه فناوری برای کنترل فرایند ساختاردهی به ژن با بهره‌گیری از siRNA تا سال ۲۰۱۴» و «توسعه فناوری‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در فناوری‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳» کمترین اهمیت را از نظر خبرگان این حوزه در بین این دسته از سوالات دارا می‌باشند.

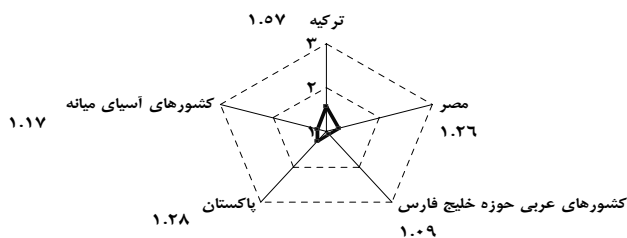
علاوه بر این برای مقایسه وضعیت ایران از خبرگان خواسته شد موقعیت ایران را با کشورهای ترکیه، مصر، کشورهای عربی حوزه خلیج فارس، پاکستان و کشورهای آسیای میانه با اعدادا (برای موقعیت برتر ایران)، عدد ۲ (برای موقعیت یکسان) و عدد ۳ (برای موقعیت ضعیفتر ایران) مقایسه کنند. اعداد مربوط به این ستون در جداول شماره ۱۷ و ۱۸، میانگین مجموع نظرهای خبرگان در دور دوم دلفی، در خصوص مقایسه وضعیت کشورمان با رقبا در هر گزاره‌اند که عددی بین ۱ تا ۳ است. هرچه این عدد به ۱ نزدیکتر باشد، نشان می‌دهد که کشورمان در خصوص آن گزاره از رقیب خود برتر است و هرچه این عدد به ۳ نزدیکتر باشد، نشان می‌دهد که کشورمان در آن گزاره از کشور رقیب، ضعیفتر است. شکل زیر وضعیت ایران در مقایسه با رقبا در هر گزاره در حوزه زیست‌فناوری را نشان می‌دهند. نتایج حاصل از این قیاس در دور دوم دلفی، به کمک نمودار راداری در شکل شماره ۳۸ نشان داده شده است.

در این نمودارها هر چه رئوس پنج ضلعی حاصل، به سمت کشورهای مذکور (عدد ۳) متمایل تر باشد نشان دهنده وضعیت بهتر آن کشورها نسبت به ایران بوده و تمایل رئوس چندضلعی به سمت مرکز (عدد ۱)، نشان دهنده وضعیت بهتر ایران نسبت به رقبای منطقه‌ای است.

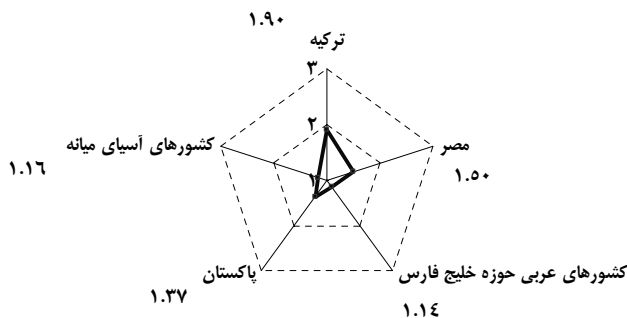
موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره توسعه تکنولوژی دست‌کاری فرایند رشد سلول بنیادی برای به‌دست آوردن سلول‌های کاربردی مورد استفاده در درمان تا سال ۲۰۱۶



موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره تکنولوژی‌های قابل برنامه‌ریزی برای تولید سلول‌های بنیادی از سلول‌های بدن تا سال ۲۰۱۵

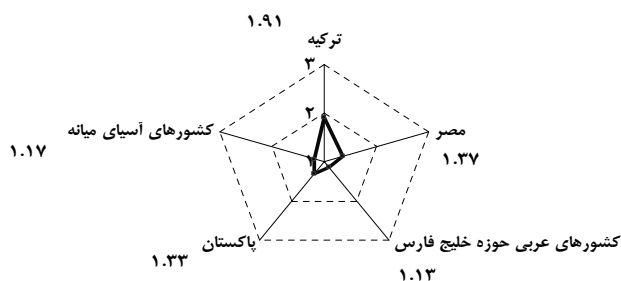


موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره توسعه تکنولوژی برای کنترل فرایند ساختاردهی به ژن با بهره‌گیری از siRNA تا سال ۲۰۱۴

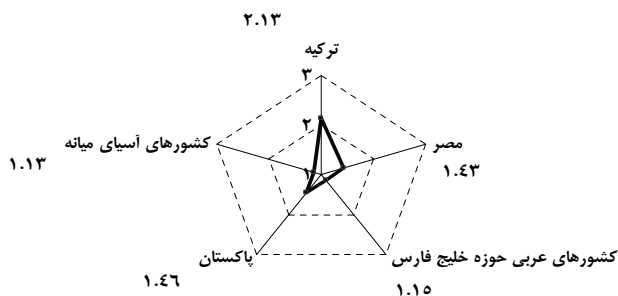


شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم

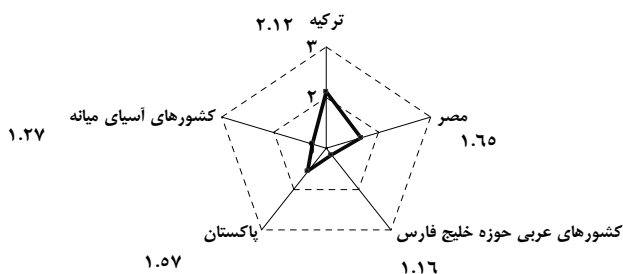
موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره توسعه تکنولوژی برای کنترل کامل آلودگی‌ها مانند زکام بهاره، آلودگی پستی با شناسایی مکانیزم‌های ایمنی بدن و عوامل محیطی تا سال ۲۰۱۵



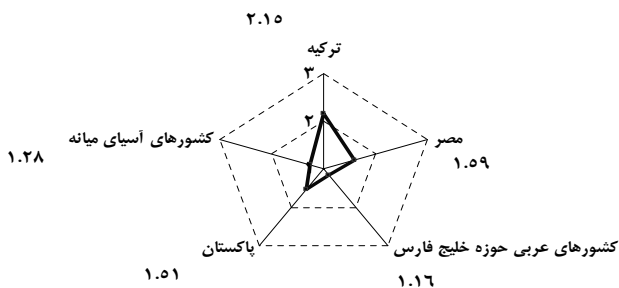
موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره توسعه تکنولوژی‌های مشاهده در هم‌کنش مواد درونی و بیرونی سلول‌ها و ردیابی نحوه توزیع این مواد در درون سلول‌ها تا سال ۲۰۱۶



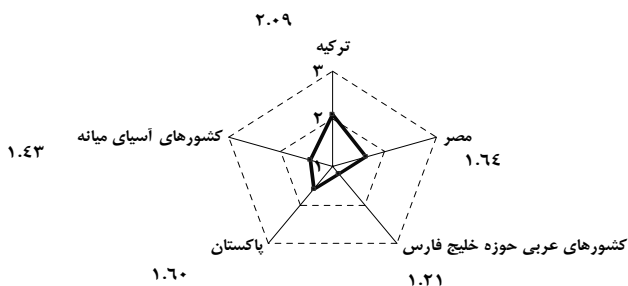
موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره توسعه تکنولوژی‌های تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکانیزم ارسال علائم مربوط به شرایط بیرونی گیاه که در درون گیاه رخ می‌دهد و به گیاه اعلام می‌دارد که ...



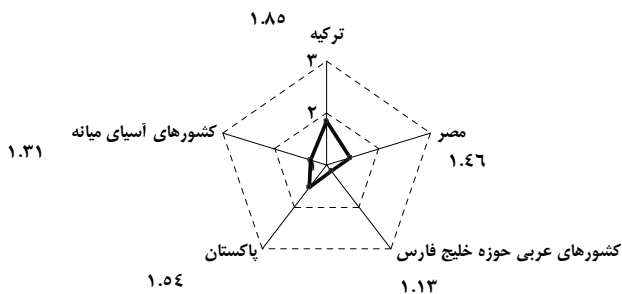
موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره تولید گیاهانی که با مهندسی ژنتیک طوری طراحی شده‌اند که مواد آلاینده همچون NO را از محیط حذف می‌کنند. (تا سال ۲۰۱۵)



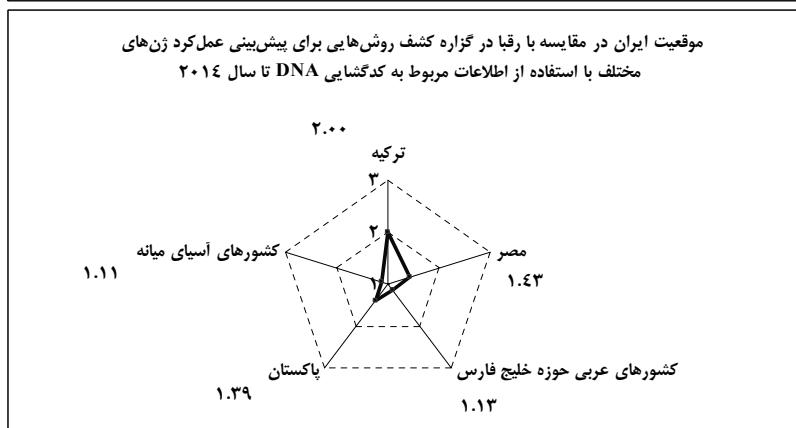
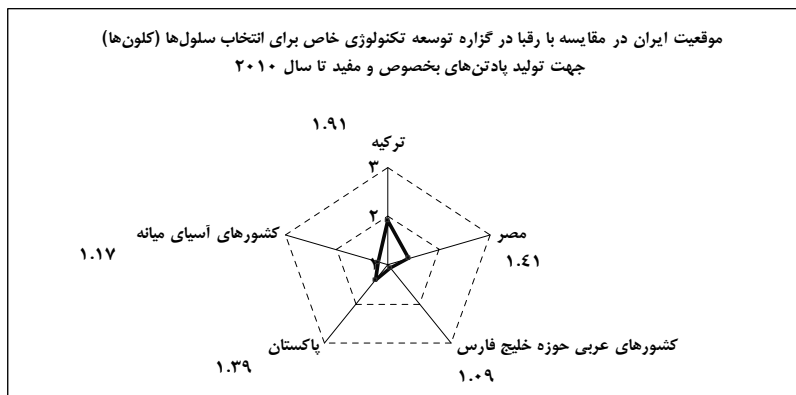
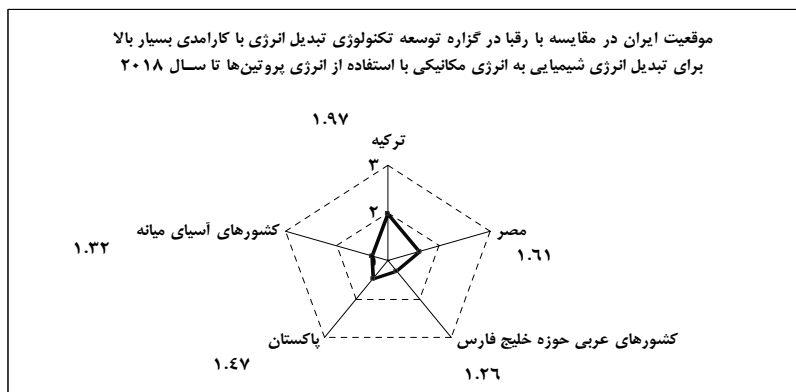
موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره تولید گیاهان اصلاح ژنتیک شده با قابلیت ثابت نگه داشتن غلظت نیتروژن در اتمسفر و استفاده از فسفات‌های موجود در خاک تا سال ۲۰۱۵

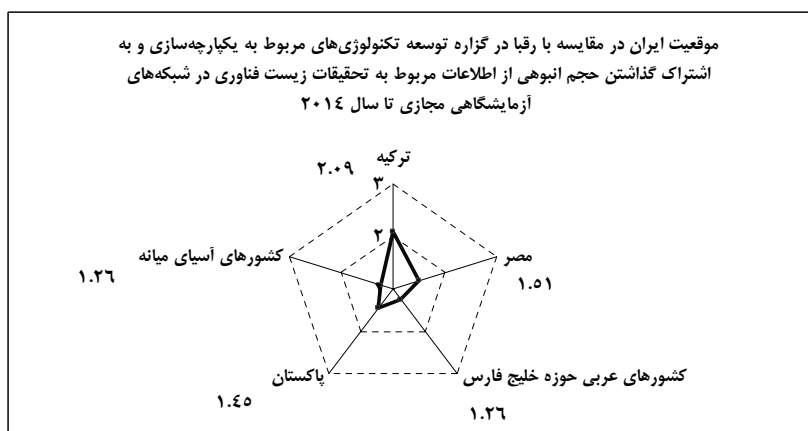
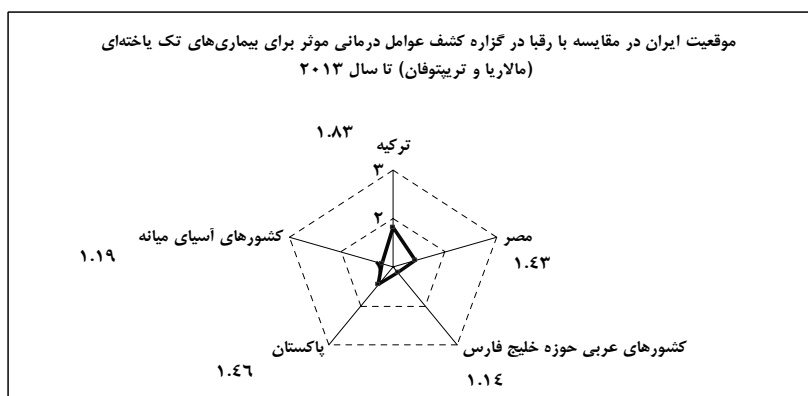
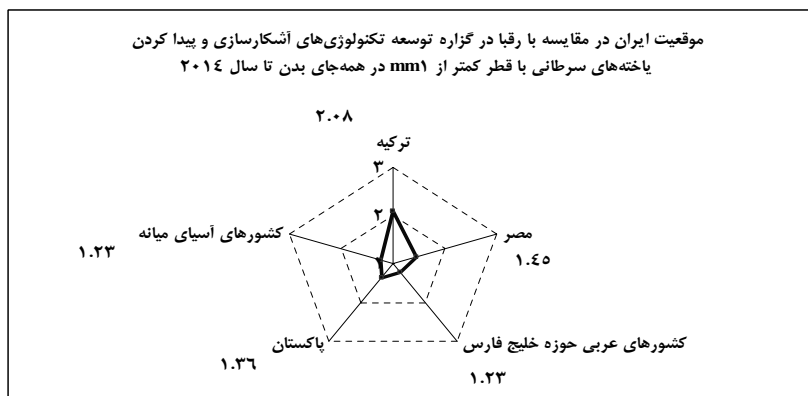


موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره توسعه تکنولوژی تشکیل یک سلول با دسته‌های کمتری از ژن‌ها که برای تولید یک ماده نیازمندند. (تا سال ۲۰۱۹)



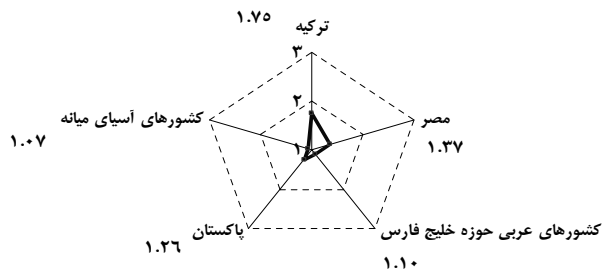
شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)



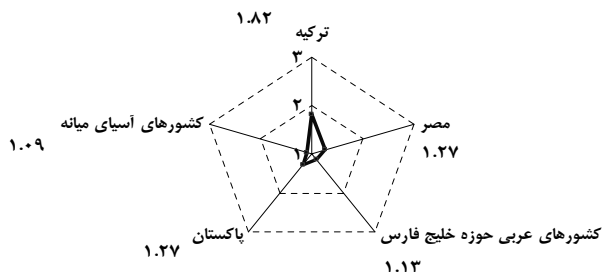


شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

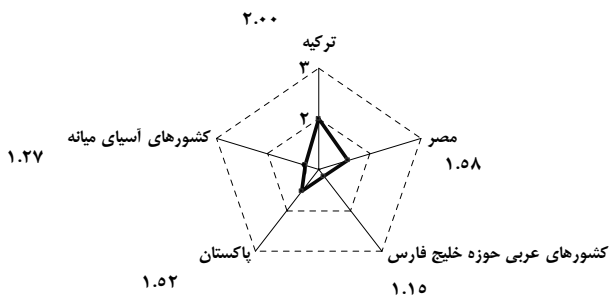
موقعیت ایران در مقایسه با رقبای در گزاره توسعه تکنولوژی‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند. (۲۰۱۴)



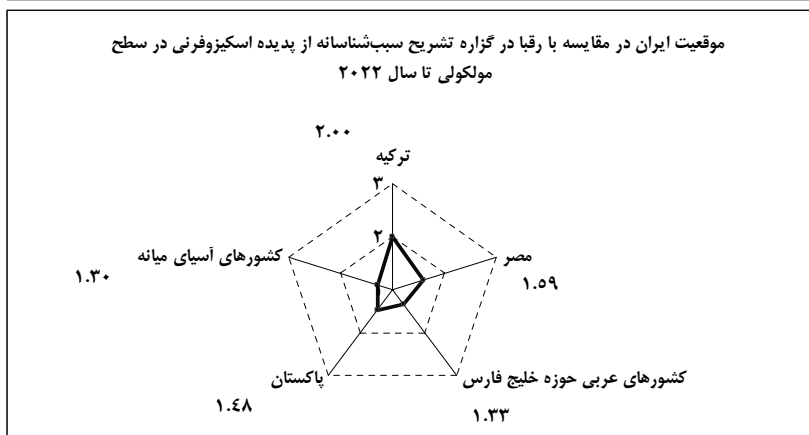
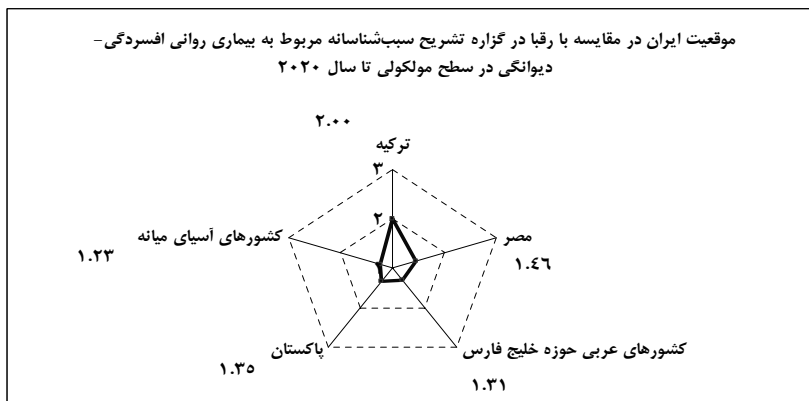
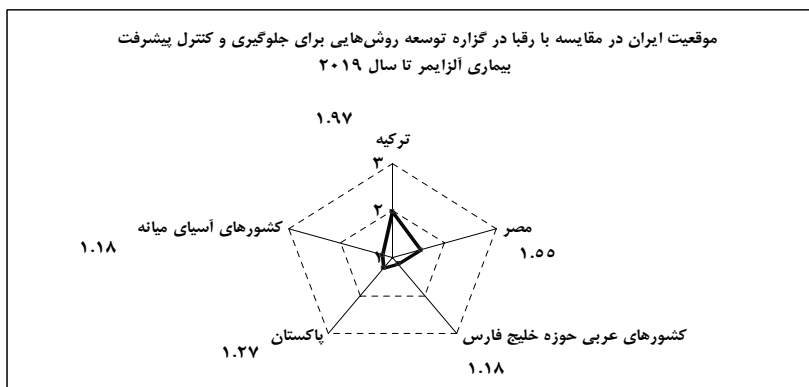
موقعیت ایران در مقایسه با رقبای در گزاره تشکیل آرایه‌ای از محفظه‌هایی در اندازه نانو که قادر به آشکارسازی هم‌زمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک تراشه نیمه‌هادی باشند. (تا سال ۲۰۱۴)



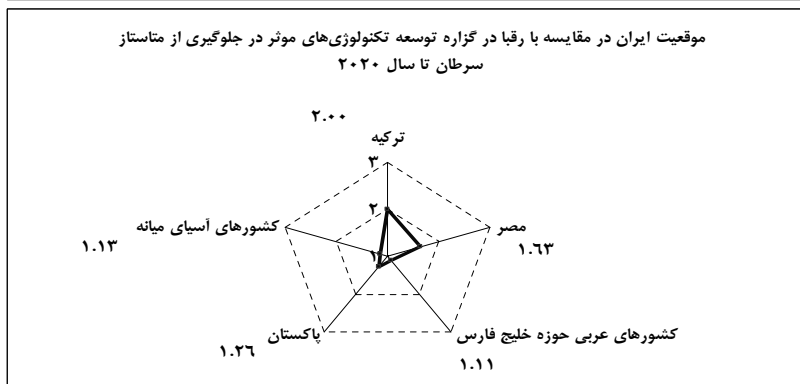
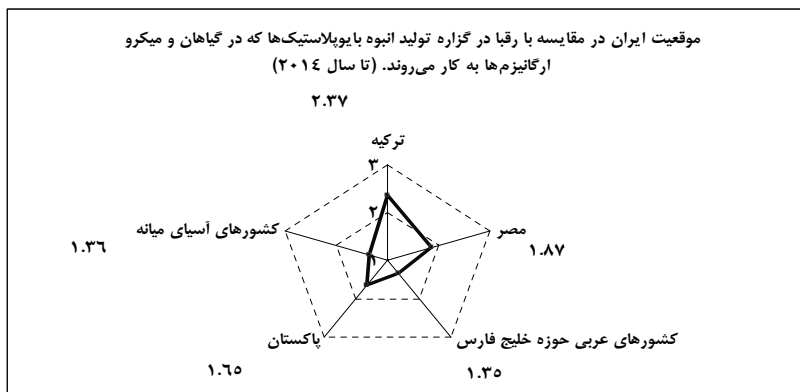
موقعیت ایران در مقایسه با رقبای در گزاره توسعه تکنولوژی‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در تکنولوژی‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳



شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبای در گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)



شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)



شکل شماره ۳۸- موقعیت ایران در مقایسه با رقبای در گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

این شکل‌ها به خوبی وضعیت ایران در مقایسه با رقبا در هر گزاره را نشان می‌دهند. همان‌طور که مشاهده می‌شود به نظر خبرگان حوزه زیست‌فناوری، موقعیت ایران در مقایسه با تمامی کشورها/مناطق مورد مقایسه، وضعیتی کاملاً برتر است چرا که تقریباً در همه گزاره‌ها، عدد میانگین کوچک‌تر از ۲ (موقعیت برابر) است (به غیر از گزاره‌های شماره ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۳ و ۱۵ که موقعیت ترکیه در آنها اندکی مناسب‌تر از ایران به شمار می‌رود). در میان رقبایی که ایران نسبت به آنها موقعیتی برتر دارد، ایران از کشورهای عربی حوزه خلیج فارس بیشترین فاصله (شکاف) را داشته و نسبت به کشور ترکیه، کمترین فاصله را در گزاره‌های فوق دارد. در کل می‌توان موقعیت ایران در مقایسه با کشورها/مناطق مختلف را در خصوص تمامی گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری در جدول زیر مشاهده نمود. اعداد درون جدول میانگین موقعیت ایران در مقایسه با رقبا در همه گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری را نشان می‌دهند.

جدول شماره ۲۱- مقایسه موقعیت ایران با رقبا در حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

موقعیت ایران در مقایسه با دیگر کشورها/مناطق					حوزه
کشورهای آسیای میانه	پاکستان	کشورهای عربی حوزه خلیج فارس	ترکیه	ترکیه	
۱.۳۲	۱.۴۱	۱.۱۷	۱.۴۹	۱.۹۶	حوزه زیست‌فناوری

در جدول زیر نیز نظر خبرگان درخصوص مقایسه موقعیت ایران با رقبا در حوزه زیست‌فناوری، در دور اول و دوم دلفی آورده شده است.

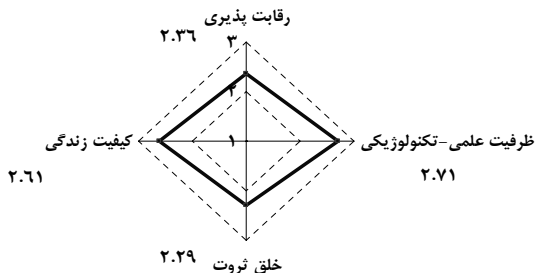
جدول شماره ۲۲- مقایسه موقعیت ایران با رقبا در حوزه زیست‌فناوری- دور اول و دوم

موقعیت ایران در مقایسه با دیگر کشورها/مناطق					دور دلفی
کشورهای آسیای میانه	چین	کشورهای آسیای شرقی	ژاپن	آمریکا	
۱.۲۳	۱.۴۷	۱.۱۹	۱.۴۷	۱.۷۹	دور اول
۱.۲۲	۱.۴۱	۱.۱۷	۱.۴۹	۱.۹۶	دور دوم

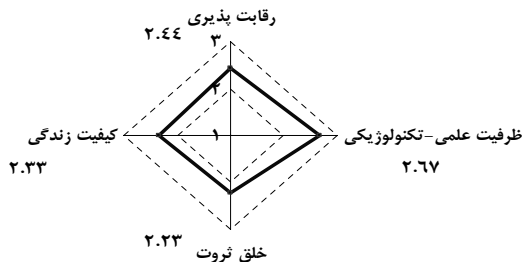
با توجه به نظرات پاسخ‌دهندگان در دور اول و دوم دلفی، مشاهده می‌شود که پاسخ‌دهندگان در دور دوم، موقعیت ایران را در برابر ترکیه و مصر اندکی بدتر از دور اول برآورد نموده‌اند چرا که عدد مربوطه در دور دوم در برابر این رقبا، افزایش داشته است ولی موقعیت ایران را در برابر سایر رقبا اندکی بهتر از دور اول برآورد نموده‌اند چرا که عدد مربوطه در دور دوم در برابر این رقبا، کاهش داشته است.

در بخشی دیگر از پرسش‌نامه دربارهٔ آثار ناشی از تحقق هر گزاره نظرخواهی شد. بدین ترتیب که از خبرگان خواسته شد نظر خود را دربارهٔ آثار ناشی از تحقق هر گزاره بر «رقابت پذیری»، «ظرفیت علمی- فناوریانه»، «خلق ثروت» و «کیفیت زندگی»، با اعداد ۱ (برای تأثیر کم)، ۲ (برای تأثیر متوسط) و ۳ (برای تأثیر زیاد)، بیان کنند. شکل‌های زیر میزان اثرگذاری ناشی از تحقق هر گزاره بر موارد مذکور در حوزه زیست‌فناوری را نشان می‌دهند.

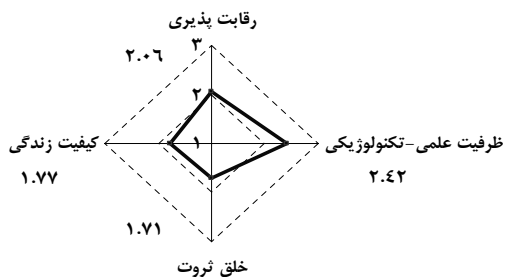
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی دست‌کاری فرایند رشد سلول بنیادی برای به‌دست آوردن سلول‌های کاربردی مورد استفاده در درمان تا سال ۲۰۱۶



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره تکنولوژی‌های قابل برنامه‌ریزی برای تولید سلول‌های بنیادی از سلول‌های بدن تا سال ۲۰۱۵

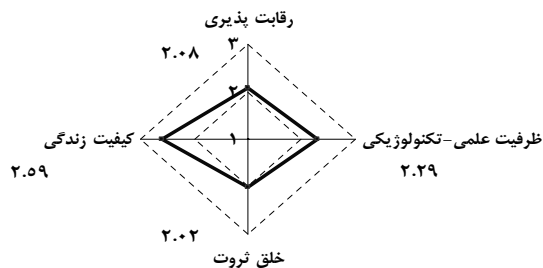


اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی برای کنترل فرایند ساختاردهی به ژن با بهره‌گیری از siRNA تا سال ۲۰۱۴

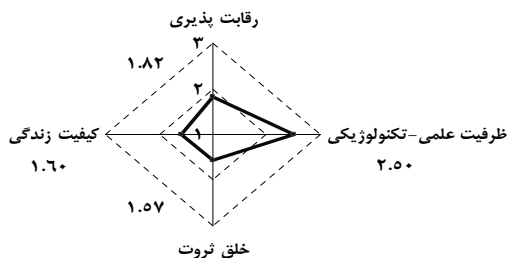


شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم

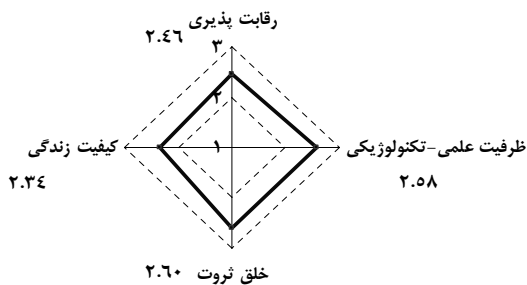
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی برای کنترل کامل آلرژي‌ها مانند زكام بهاره، آلرژي پوستي با شناسایی مکانیزم‌های ایمنی بدن و عوامل محیطی تا سال ۲۰۱۵



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های مشاهده در هم‌کنش مواد درونی و بیرونی سلول‌ها و ردیابی نحوه توزیع این مواد در درون سلول‌ها تا سال ۲۰۱۶

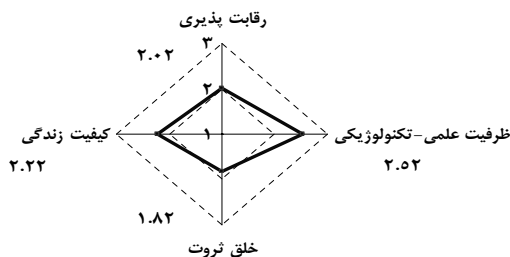


اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکانیزم ارسال علائم مربوط به شرایط بیرونی گیاه که در درون گیاه رخ می‌دهد و به گیاه اعلام می‌دارد که...

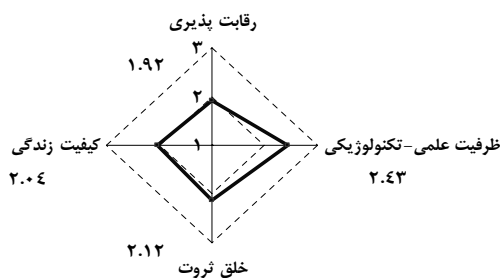


شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

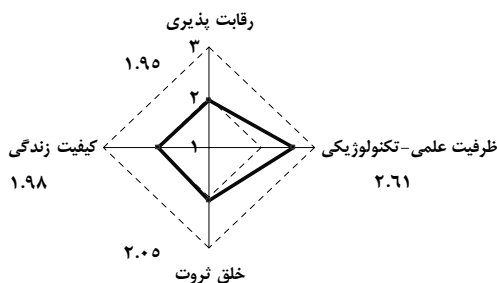
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره تولید گیاهانی که با مهندسی ژنتیک طوری طراحی شده‌اند که مواد آلاینده همچون NO را از محیط حذف می‌کنند. (تا سال ۲۰۱۵)



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره تولید گیاهان اصلاح ژنتیک شده با قابلیت ثابت نگهداشتن غلظت نیترژن در اتمسفر و استفاده از فسفات‌های موجود در خاک تا سال ۲۰۱۵

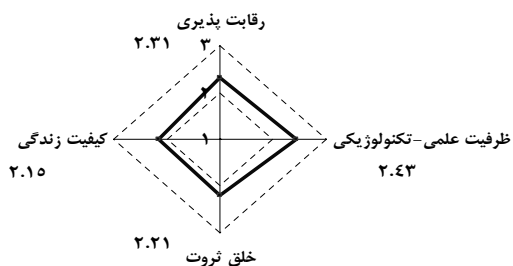


اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی تشکیل یک سلول با دسته‌های کمتری از ژن‌ها که برای تولید یک ماده نیازمندند. (تا سال ۲۰۱۹)

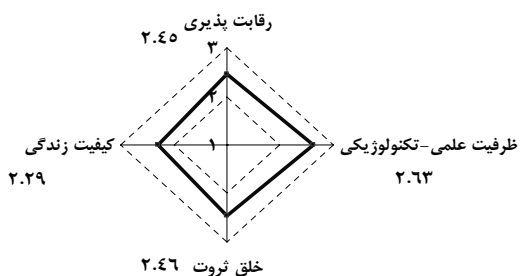


شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

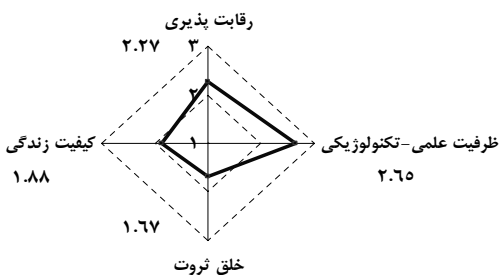
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی تبدیل انرژی با کارآمدی بسیار بالا برای تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی مکانیکی با استفاده از انرژی پروتئین‌ها تا سال ۲۰۱۸



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی خاص برای انتخاب سلول‌ها (کلون‌ها) جهت تولید پادتن‌های بخصوص و مفید تا سال ۲۰۱۰

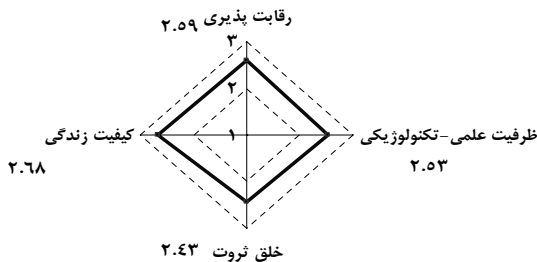


اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره کشف روش‌هایی برای پیش‌بینی عمل‌کرد ژن‌های مختلف با استفاده از اطلاعات مربوط به کدگشایی DNA تا سال ۲۰۱۴

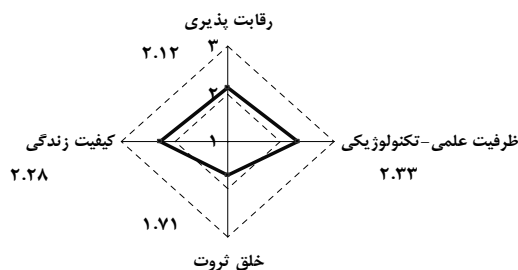


شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

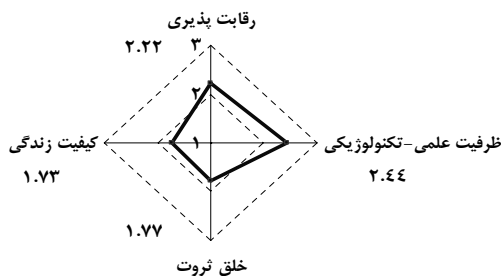
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های آشکارسازی و پیدا کردن یاخته‌های سرطانی با قطر کمتر از ۱mm در همه‌جای بدن تا سال ۲۰۱۴



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره کشف عوامل درمانی موثر برای بیماری‌های تک یاخته‌ای (مالاریا و تریپتوفان) تا سال ۲۰۱۳

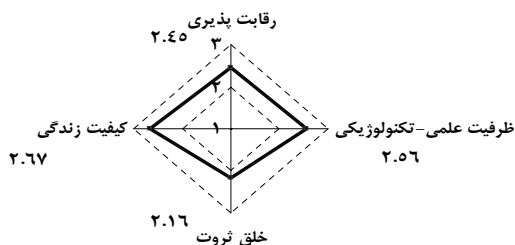


اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های مربوط به یکپارچه‌سازی و به اشتراک گذاشتن حجم انبوهی از اطلاعات مربوط به تحقیقات زیست فناوری در شبکه‌های آزمایشگاهی مجازی تا سال ۲۰۱۴

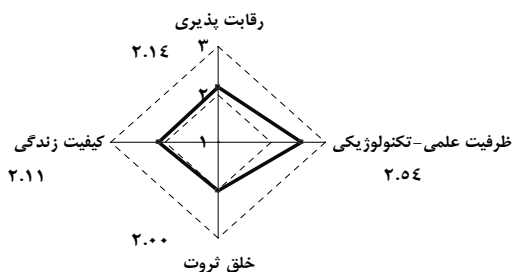


شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

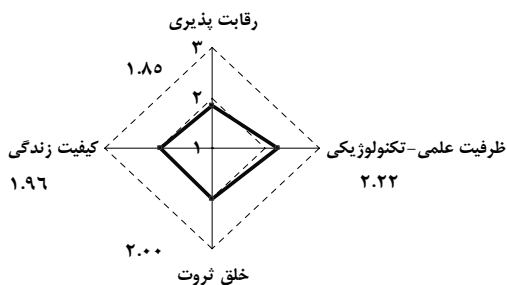
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند. (۲۰۱۴)



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره تشکیل آرایه‌ای از محفظه‌هایی در اندازه نانو که قادر به آشکارسازی هم‌زمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک تراشه نیمه‌هادی باشند. (تا سال ۲۰۱۴)

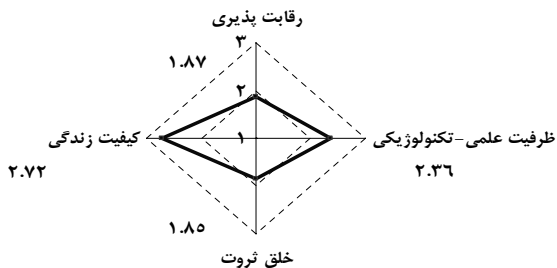


اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در تکنولوژی‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳

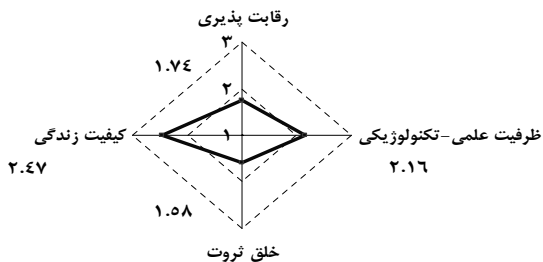


شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

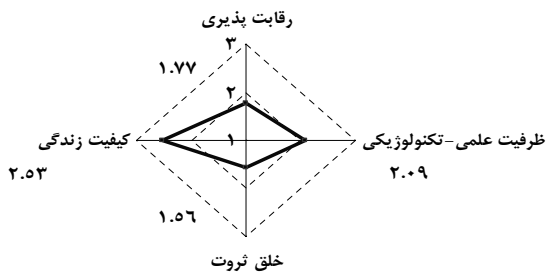
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره توسعه روش‌هایی برای جلوگیری و کنترل پیشرفت بیماری
آلزایمر تا سال ۲۰۱۹



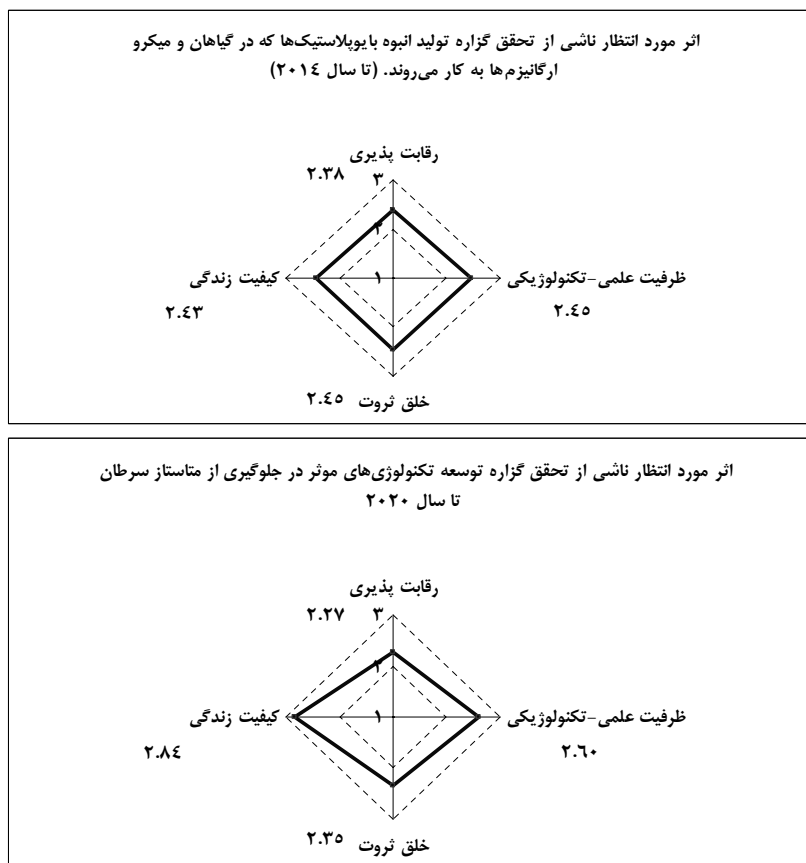
اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره تشریح سبب‌شناسانه مربوط به بیماری روانی افسردگی-
دیوانگی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۰



اثر مورد انتظار ناشی از تحقق گزاره تشریح سبب‌شناسانه از پدیده اسکیزوفرنی در سطح
مولکولی تا سال ۲۰۲۲



شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)



شکل شماره ۳۹- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

همچنان‌که در شکل‌ها به‌خوبی مشخص است، بیشترین اثرها ناشی از محقق‌شدن گزاره‌ها، بر ظرفیت علمی-فناورانه است. در همه گزاره‌های مطروحه، به نظر خبرگان میزان اثرگذاری ناشی از محقق‌شدن گزاره‌ها بر ظرفیت علمی-فناورانه، عددی بالاتر از ۲ بوده که این امر اثرگذاری زیاد تحقق گزاره‌ها بر این مورد را نشان می‌دهد. همچنین به نظر خبرگان، کمترین تاثیرگذاری ناشی از محقق‌شدن گزاره‌ها، بر مورد خلق ثروت است.

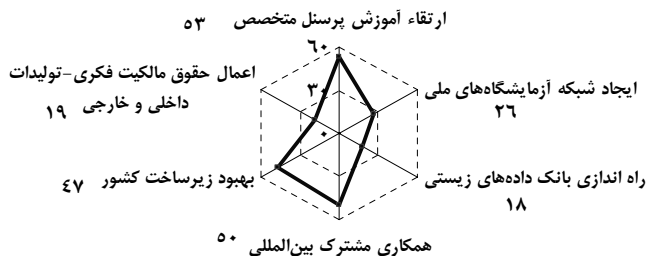
در کل می‌توان اثرات ناشی از محقق‌شدن تمامی گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری بر رقابت‌پذیری، ظرفیت علمی-فناورانه، خلق ثروت و کیفیت زندگی را در جدول زیر مشاهده نمود. اعداد درون جدول میانگین اثرات ناشی از محقق‌شدن همه گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری بر موارد مذکور را نشان می‌دهند.

جدول شماره ۲۳- اثر مورد انتظار از تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری- دور دوم

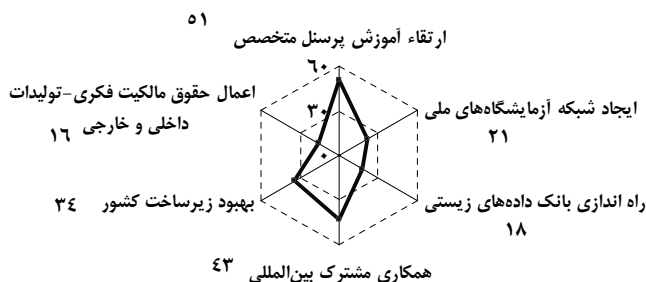
اثر مورد انتظار از تحقق گزاره بر:				حوزه
رقابت‌پذیری	ظرفیت علمی-فناورانه	خلق ثروت	کیفیت زندگی	
۲.۱۵	۲.۴۷	۲.۰۳	۲.۲۷	حوزه زیست‌فناوری

آخرین پرسش در دسته چهارم درباره اقدامات موثری است که دولت می‌تواند جهت محقق‌شدن هر گزاره اتخاذ نماید. در این پرسش شش اقدام «ارتقاء آموزش پرسنل متخصص»، «ایجاد شبکه آزمایشگاه‌های ملی»، «راه‌اندازی بانک داده‌های زیستی»، «همکاری مشترک بین‌المللی»، «بهبود زیرساخت کشور» و «اعمال حقوق مالکیت فکری-تولیدات داخلی و خارجی» فهرست شد و خبرگان می‌توانستند برای هر گزاره، یک یا چند اقدام که گمان می‌برند دولت می‌تواند با اتخاذ آن اقدام/اقدامات به محقق‌شدن گزاره‌ها کمک نماید، را علامت بزنند. در شکل‌های زیر پاسخ‌های تمامی خبرگان حوزه زیست‌فناوری به این پرسش برای هر گزاره آورده شده‌اند. اعداد مربوط به هر اقدام، نشان‌دهنده تعداد خبرگانی است که آن اقدام را انتخاب نموده‌اند.

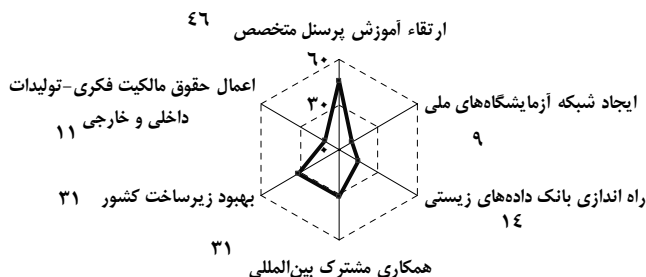
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی دست‌کاری فرایند رشد سلول بنیادی
برای به‌دست آوردن سلول‌های کاربردی مورد استفاده در درمان تا سال ۲۰۱۶



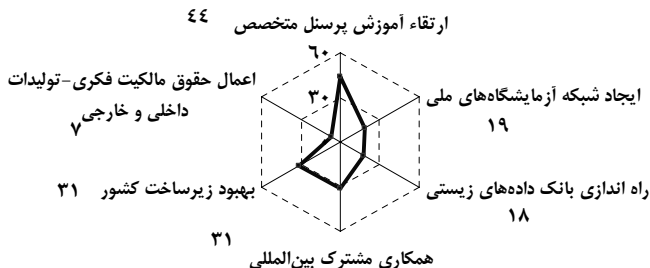
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تکنولوژی‌های قابل برنامه‌ریزی برای تولید سلول‌های
بنیادی از سلول‌های بدن تا سال ۲۰۱۵



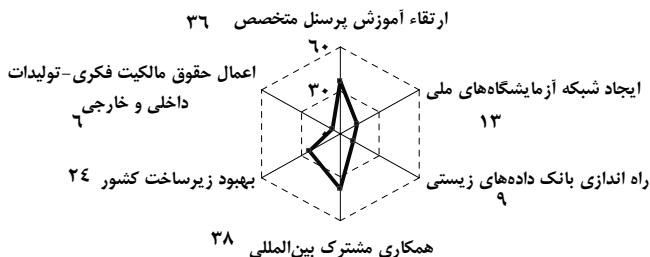
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی برای کنترل فرایند ساختاردهی به زن با
بهره‌گیری از siRNA تا سال ۲۰۱۴



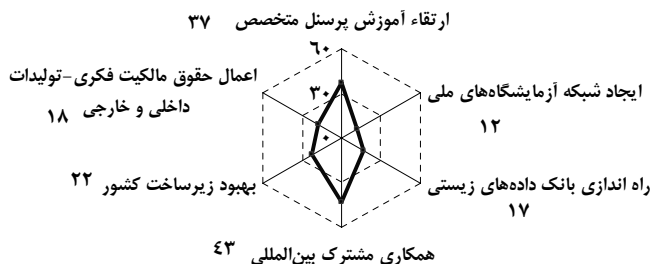
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی برای کنترل کامل آلرژی‌ها مانند زکام بهاره، آلرژی پوستی با شناسایی مکانیزم‌های ایمنی بدن و عوامل محیطی تا سال ۲۰۱۵



اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های مشاهده در هم‌کنش مواد درونی و بیرونی سلول‌ها و ردیابی نحوه توزیع این مواد در درون سلول‌ها تا سال ۲۰۱۶

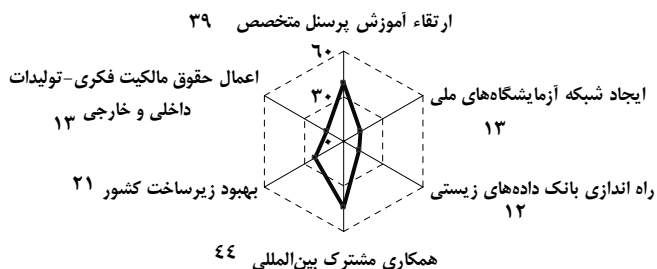


اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های تولید گیاهان مقاوم به سرما و خشکی از طریق شناسایی مکانیزم ارسال علائم مربوط به شرایط بیرونی گیاه که در درون گیاه رخ می‌دهد و به گیاه اعلام می‌دارد که...

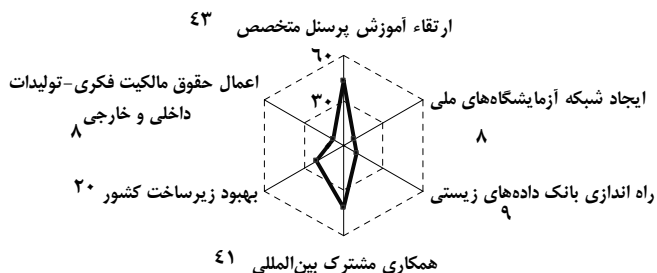


شکل شماره ۴۰- اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری اتخاذ نماید به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

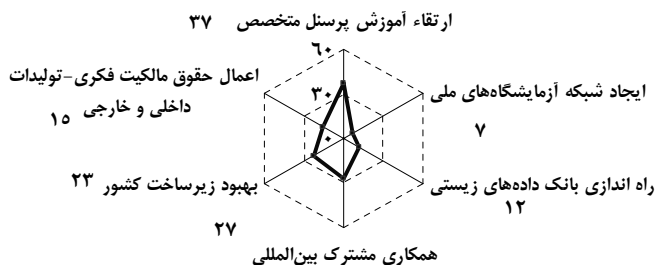
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تولید گیاهانی که با مهندسی ژنتیک طوری طراحی شده‌اند که مواد آلاینده همچون NO را از محیط حذف می‌کنند. (تا سال ۲۰۱۵)



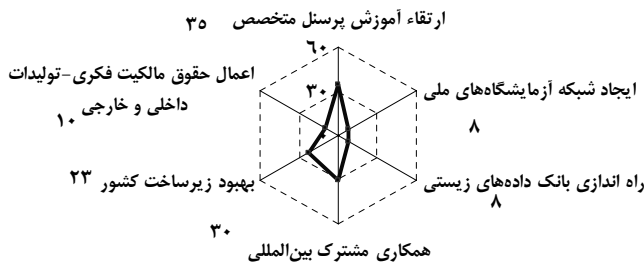
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تولید گیاهان اصلاح ژنتیک شده با قابلیت ثابت نگه‌داشتن غلظت نیتروژن در اتمسفر و استفاده از فسفات‌های موجود در خاک تا سال ۲۰۱۵



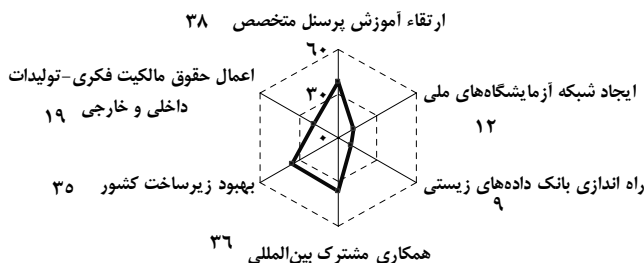
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی تشکیل یک سلول با دسته‌های کمتری از ژن‌ها که برای تولید یک ماده نیازمندند. (تا سال ۲۰۱۹)



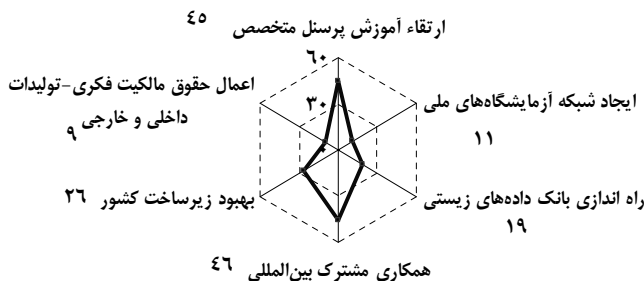
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی تبدیل انرژی با کارآمدی بسیار بالا برای تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی مکانیکی با استفاده از انرژی پروتین‌ها تا سال ۲۰۱۸



اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی خاص برای انتخاب سلول‌ها (کلون‌ها) جهت تولید پادتن‌های بخصوص و مفید تا سال ۲۰۱۰

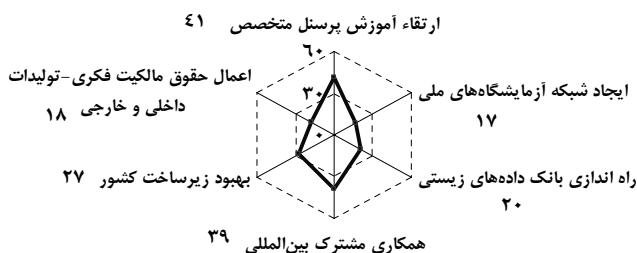


اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره کشف روش‌هایی برای پیش‌بینی عمل‌کرد ژن‌های مختلف با استفاده از اطلاعات مربوط به کدگشایی DNA تا سال ۲۰۱۴

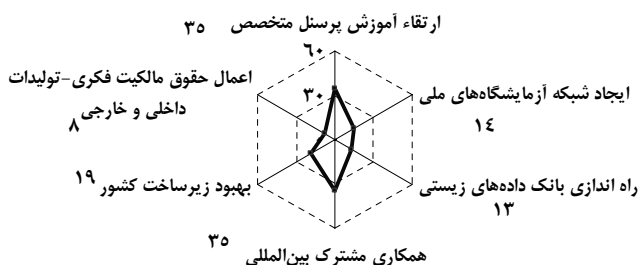


شکل شماره ۴۰- اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری اتخاذ نماید به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

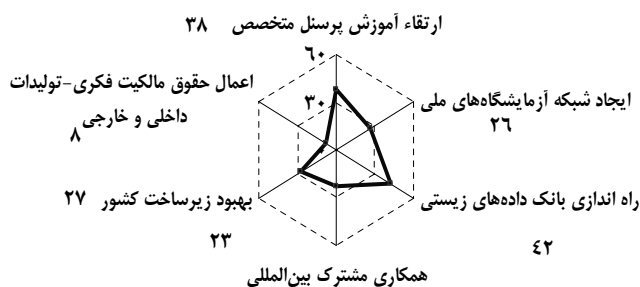
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های آشکارسازی و پیدا کردن یاخته‌های سرطانی با قطر کمتر از ۱mm در همه‌جای بدن تا سال ۲۰۱۴



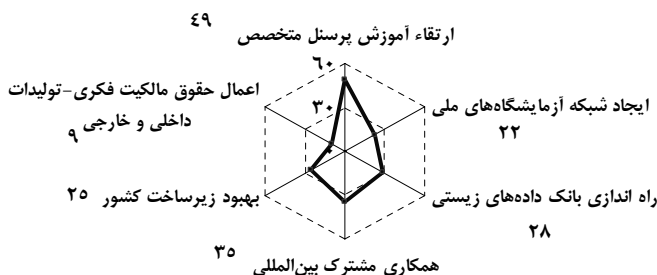
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره کشف عوامل درمانی موثر برای بیماری‌های تک یاخته‌ای (مالاریا و تریپتوفان) تا سال ۲۰۱۳



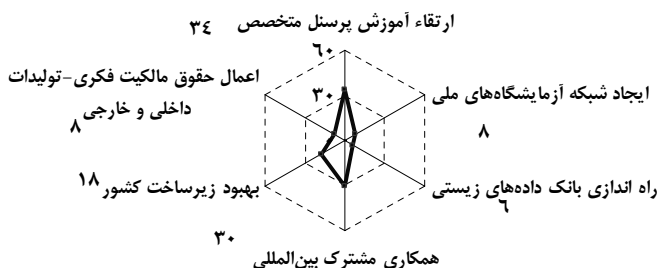
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های مربوط به یکپارچه‌سازی و به اشتراک گذاشتن حجم انبوهی از اطلاعات مربوط به تحقیقات زیست فناوری در شبکه‌های آزمایشگاهی مجازی تا سال ۲۰۱۴



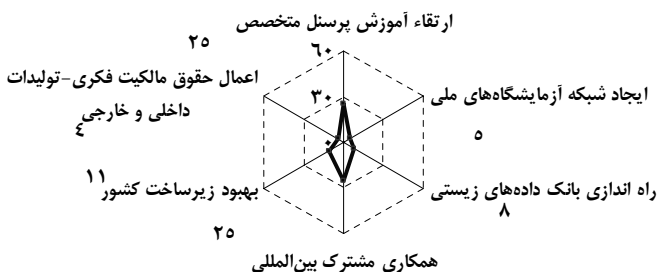
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های زیست-اطلاعاتی که قادر به پیش‌بینی وجود ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های دیگر بر اساس پیش‌زمینه افراد باشند. (۲۰۱۴)



اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تشکیل آرایه‌ای از محفظه‌هایی در اندازه نانو که قادر به آشکارسازی هم‌زمان بسیاری از واکنش‌های بیولوژیکی توسط هزاران گیرنده در یک تراشه نیمه‌هادی باشند. (تا سال ۲۰۱۴)

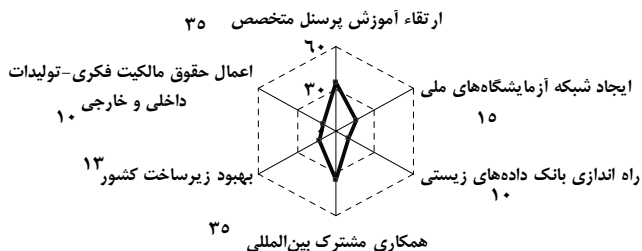


اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های مربوط به سیستم‌های کنترل از راه دور و قابل کاربرد در تکنولوژی‌های پیشرفته واقعیت‌های مجازی تا سال ۲۰۱۳

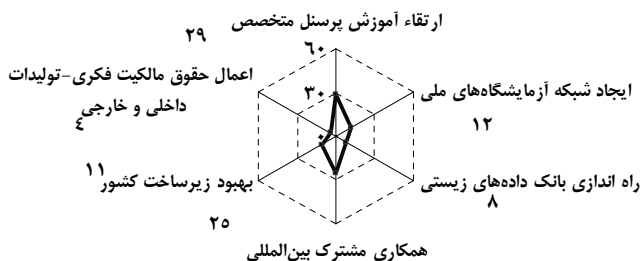


شکل شماره ۴۰- اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری اتخاذ نماید به تفکیک هر گزاره-دور دوم (ادامه)

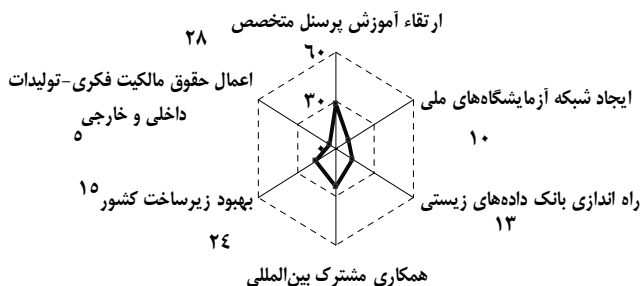
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه روش‌هایی برای جلوگیری و کنترل پیشرفت بیماری
آلزایمر تا سال ۲۰۱۹



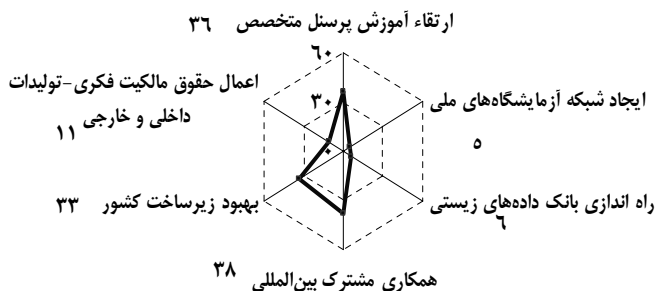
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تشریح سبب‌شناسانه مربوط به بیماری روانی افسردگی-
دیوانگی در سطح مولکولی تا سال ۲۰۲۰



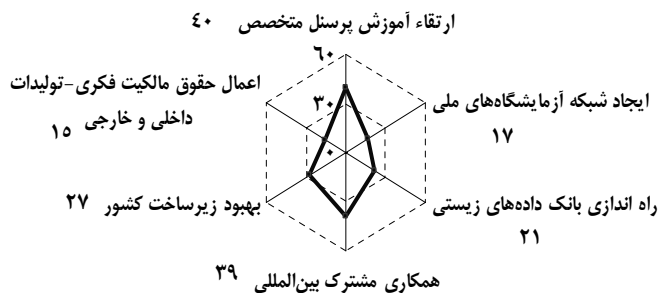
اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تشریح سبب‌شناسانه از پدیده اسکیزوفرنی در سطح
مولکولی تا سال ۲۰۲۲



اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره تولید انبوه بایوپلاستیک‌ها که در گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها به کار می‌روند. (تا سال ۲۰۱۴)



اقدام موثر دولت جهت تحقق گزاره توسعه تکنولوژی‌های موثر در جلوگیری از متاستاز سرطان تا سال ۲۰۲۰



شکل شماره ۴۰- اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌های حوزه زیست‌فناوری اتخاذ نماید به تفکیک هر گزاره- دور دوم (ادامه)

همچنان‌که در شکل‌ها نیز مشخص است بیشترین آرای خبرگان به اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌ها اتخاذ نماید، به دو اقدام «ارتقاء آموزش پرسنل متخصص» و «همکاری مشترک بین‌المللی» اختصاص یافته است. کمترین آرای خبرگان نیز به اقدام «اعمال حقوق مالکیت فکری-تولیدات داخلی و خارجی» اختصاص یافته است.

در جدول زیر نظر خبرگان حوزه زیست‌فناوری در خصوص تمامی گزاره‌ها از نظر اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق آنها اتخاذ نماید، آورده شده است. در این جدول درصد پاسخ‌هایی که خبرگان به هر اقدام در تمامی گزاره‌ها داده‌اند، مشخص شده است.

جدول شماره ۲۴- نظر خبرگان در خصوص اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌ها اتخاذ نماید در حوزه زیست‌فناوری (درصد) - دور دوم

اقدامات موثری که دولت باید جهت تحقق گزاره‌ها اتخاذ نماید						حوزه
اعمال حقوق مالکیت فکری-تولیدات داخلی و خارجی	بهبود زیرساخت کشور	همکاری مشترک بین‌المللی	راه اندازی بانک داده‌های زیستی	ایجاد شبکه آزمایشگاه‌های ملی	ارتقاء آموزش پرسنل متخصص	
۷.۹	۱۷.۸	۲۵.۵	۱۰.۷	۹.۸	۲۸.۳	حوزه زیست‌فناوری

۸ سناریونگاری در حوزه زیست فناوری ایران

سناریوها روایت آینده‌های بدیل و باورپذیری هستند که ممکن است تصمیم‌های امروز در تحقق یا عدم تحقق آن‌ها نقش بازی کنند. آنها پیش‌گویی یا راهبرد آینده نیستند. بلکه، بیشتر شبیه به فرضیه‌هایی در مورد آینده‌های متفاوت‌اند که به صورت ویژه‌ای برای برجسته‌سازی مخاطرات و فرصت‌های موجود در آن مسائل و حوزه‌های راهبردی خاص طراحی می‌شوند. سناریوها وضعیت‌های مختلفی هستند که هر یک می‌تواند به واقعیت بپیوندد و از این رو در هر برنامه‌ریزی بلندمدتی ضروری است که این وضعیت‌های متنوع شناسایی شوند. هیچ یک از سناریوها از احتمال تحقق بالایی برخوردار نیست و نمی‌توان دلایل کافی برای تحقق یک سناریوی خاص ارائه داد.

سناریوها برای آن‌که ابزار برنامه‌ریزی مؤثر و تأثیرگذاری باشند، باید به صورت داستان‌هایی جذاب و اقناع‌کننده نوشته شوند که به شرح و توصیف دامنه گسترده‌ای از آینده‌های بدیل مرتبط به موفقیت هر سازمان پردازند. طرح‌هایی که به گونه‌ای قابل باور و همراه با تعمق و تفکر ساخته شوند، به مدیران کمک می‌کنند که به صورتی عمیق در سناریوها مشارکت داشته باشند و چه بسا درک جدیدی از چگونگی مدیریت تغییر توسط سازمان به دست آورند، که این حالت خود ناشی از این تجربه آنان است. هرچه مدیران حضور پررنگ‌تری در فرآیند سناریونگاری داشته باشند، احتمالاً تمایزها، پیامدها و اهمیت سناریوها را بیشتر می‌شناسند. از این گذشته، سناریوهایی با

طرح‌های جذاب، قادر به ایجاد ارتباط سریع در سازمان هستند و تصمیم‌گیرندگان در همه سطوح مدیریت، آنها را راحت‌تر به یاد می‌سپارند.

توجه به شگفتی‌سازها بخش انفکاک‌ناپذیری از سناریونگاری است. دولت‌ها، سازمان‌ها و نهادهای بین‌المللی و ملی، به‌ویژه بنگاه‌ها و شرکت‌های بزرگ و کوچک خصوصی با شگفتی‌سازهایی مواجه شده‌اند که فروض گذشته آنها را فروریخته و برهم زده است. این شگفتی‌سازها برای گروهی خوشایند و برای گروهی دیگر ناخوشایند است. حوادثی همچون، یازدهم سپتامبر سال ۲۰۰۱، افزایش قیمت بی‌سابقه نفت در سال ۲۰۰۸ و به دنبال آن رکود اقتصادی کم‌سابقه، برخی از مهم‌ترین شگفتی‌سازهای سده ۲۱ به‌شمار می‌روند.

به هر روی، وجود شگفتی‌سازها پیشامدی عادی، نرم و هنجار است. لحظات بسیاری وجود خواهند داشت که فرض‌ها و باورهایی که افراد با آن زندگی کرده‌اند، ناگهان از بین می‌روند و آنها دچار احساس دل‌آشوبی می‌شوند. درست مانند حالتی که آسانسور ناگهان اندکی پایین بیفتد یا هواپیما وارد چاله هوایی شود یا ترن هوایی از بالای منحنی بگذرد و با چرخش ناگهانی سقوط کند. همچنین شگفتی‌های سودمندی نیز ظاهر خواهند شد؛ به خصوص هنگامی که به کمک فناوری‌ها فرصت‌های غیرممکن و غیرقابل تفکر ناگهان به واقعیت بپیوندند و کسانی به فراهم‌سازی زمینه رشد، توسعه و کاربرد آنها اقدام کنند.

از منظر تاریخی، آشوب شرط جدیدی نیست. اما چندین سده نسبتاً فاقد شگفتی در تاریخ بشریت نیز وجود داشتند؛ زندگی بیشتر مردم در اروپای سده میانه، شبیه به پدران و اجداد آنها بود، اما از هنگام پدید آمدن کشف‌های علمی سده هفدهم، پیچیدگی و آشوب‌های فراوان در جهان، تبدیل به واقعیت‌های زندگی شدند و نگرانی‌های مردم بیشتر و بیشتر شد تا این که امروز به ندرت کسی از آثار آنها بی‌نصیب مانده است.

مسائل و پدیده‌های بسیاری هستند که می‌توان به آنها اتکا کرد، اما به یاد سپردن سه مورد از آنها در هرگونه محیط آشوبناکی، حیاتی و مهم‌تر است:

- در آینده شگفتی‌های بیش‌تری وجود خواهد داشت.
- انسان‌ها قادر به تعامل با آنها خواهند بود.
- انسان‌ها می‌توانند بسیاری از آنها را پیش‌بینی کنند. در واقع، می‌توانند در مورد رفتار شگفتی‌ها و آشوب‌ها، تصورات خوبی داشته باشند.

پیشاپیش نمی‌توان از نتایج یا چگونگی اثرگذاری آنها بر خود آگاهی داشت، اما می‌توان یقین داشت که بسیاری از شگفتی‌ها ظاهر خواهند شد. حتی مخرب‌ترین شگفتی‌ها، همچون حملات تروریستی و سقوط‌های اقتصادی نیز اغلب قابل پیش‌بینی‌اند؛ چرا که ریشه‌های آنها در

پیش‌ران‌های فعال امروز قرار دارند. در حادثه ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ برخی از آینده‌پژوهان شاهد نتایج غم‌انگیز بی‌توجهی به این پیش‌بینی‌ها بودند. چه‌بسا حمله تروریستی آن روز مهم‌ترین رویداد پیش‌بینی‌شده تاریخ بود. شمار بسیاری از دانشمندان شهیر و معروف در سال‌های گذشته اظهار کرده بودند که احتمال وقوع چنین رویدادی بسیار زیاد است. بسیاری از پیش‌بینی‌ها متوجه مرکز تجارت جهانی بود (بخشی از آن به دلیل حملات قبلی به آن بود) و اظهار شده بود که می‌توان از هواپیما به مثابه سلاح استفاده کرد و به طور خاص به اسامه بن‌لادن اشاره شده بود. هیچ‌کس نمی‌دانست که این رویداد چه زمانی رخ می‌دهد - هفته آینده یا دو سال آینده - اما جزئیات آن پیش‌نگری شده بود. با این همه بیش‌تر حاضران در دولت‌های بیل کلینتون و جورج دبلیو بوش (پسر) توجه و تمرکز خود را پیش از حملات ۱۱ سپتامبر به حوزه‌های دیگری معطوف کرده بودند؛ اولویت‌های داخلی، اولویت‌های مبارزاتی و دیگر عرصه‌های نظامی، از جمله دفاع موشکی. شمار اندکی در مناصب و پست‌های مسئول دارای حس پیش‌نگری و نگاه رو به جلو بودند.

در دهه‌های آتی ما با شگفتی‌های اجتناب‌ناپذیر بیش‌تر روبه‌رو خواهیم شد. ناپیوستگی‌های عمده در حوزه‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی، هرکدام می‌توانند «قواعد بازی» امروز را تغییر دهند. شگفتی‌های بیش‌تری و نه کمتر، در آینده رخ خواهند داد و جملگی، با یکدیگر در ارتباط خواهند بود. ظرف ۱۰ الی ۱۵ سال آینده، این شگفتی‌ها ما را به دنیایی رهنمون می‌کنند که به طور اساسی از آنچه امروز می‌دانیم، متفاوت خواهد بود. درک این شگفتی‌های اجتناب‌ناپذیر در آینده برای تصمیم‌گیری امروز حیاتی و حساس است و این روند صرف نظر از این مسئله است که ما مسئولان بخش صنعت، رهبران ملت‌ها یا صرفاً کسانی هستیم که در مورد آینده خانواده‌ها و جوامع خود نگرانیم. چه‌بسا ما قادر به جلوگیری از وقوع فاجعه نباشیم (اگرچه گاهی می‌توانیم)، اما بی‌تردید می‌توانیم توانایی پاسخ‌گویی و همچنین توانایی خود را برای دیدن فرصت‌هایی که شاید از دست بدهیم، افزایش دهیم (Schwartz, 2003).

در مورد سناریونگاری در بخش زیست فناوری، از روش «عدم قطعیت‌های بحرانی» استفاده شد که گام‌های این روش در بخش‌های آتی معرفی می‌شوند. به منظور اجرایی کردن این روش، پانلی از خبرگان این حوزه تشکیل شد. شناسایی و نهایی شدن عوامل کلیدی، عدم قطعیت‌ها و وزن‌دهی به آنها در پانل و با نظر مستقیم متخصصان پانل انجام شد. گام‌ها و مسیری که اعضای پانل و متخصصان روش‌شناسی پیموده‌اند، در بخش‌های بعدی معرفی خواهد شد. همچنین، نتایج دلفی که برآیند نظر شمار بسیاری از خبرگان این حوزه بود، عدم قطعیت‌های نهایی را مشخص کرد. در نهایت، سناریوهای ملی بخش زیست فناوری با توجه به عمیق‌ترین و مهم‌ترین عدم قطعیت‌های استخراج‌شده از نتایج دلفی و خروجی‌های پانل تدوین شد.

۸-۱- رویکرد سناریونگاری

رویکردهای متفاوتی در سناریونگاری از سوی افراد و سازمان‌های مختلف پیشنهاد شده است که هر یک بنا به نوع پرسش یا موضوع اصلی سناریونگاری، میزان دسترسی به پایگاه‌های داده، تعداد و میزان تخصص خبرگان انتخاب می‌شوند. در این مطالعه نیز گام‌هایی برای تهیه سناریوها برداشته شده است. گام‌های طراحی شده بر اساس رویکردهای شناخته‌شده جهانی و با توجه به ویژگی‌های بومی‌اند. در ابتدا به برخی از مهم‌ترین رویکردهای سناریونگاری اشاره می‌شود. از دیدگاه هاس و هونتون^۱، (Huss and Honton, 1987) سه رویکرد اصلی سناریونگاری در

بین مؤسسات طراح سناریوها عبارت‌اند از:

- منطق شهودی^۲
- منطق تحلیل تأثیرات بر روند^۳
- منطق تحلیل آثار برگذر^۴

فرض اساسی در سناریونگاری آن است که تصمیم‌های سازمان بر مبنای دسته پیچیده‌ای از روابط موجود بین عوامل اقتصادی، سیاسی، فناورانه، اجتماعی و زیست‌محیطی اتخاذ می‌شوند. همه این عوامل در هر سازمان جزء عوامل خارجی به‌شمار می‌روند، ولی برای بهبود تصمیم‌گیری‌ها و کسب بصیرت لازم در موارد مختلفی، همچون توسعه مقدمات، توسعه ظرفیت‌های تولید و تدوین راهبردهای تجاری باید تغییرات این عوامل به درستی و تا حد امکان در نظر آید و تأثیرات آنها درک شود. برخی از این عوامل یا به گفته دیگر متغیرها، به طور کلی قابل تعیین و تا اندازه‌ای نیز قابل پیش‌بینی‌اند، همچون آمار جمعیت یک کشور یا منطقه‌ای خاص. اما متغیرها و عواملی نیز وجود دارند که به طور دقیق و مشخص قابل پیش‌بینی نیستند و اغلب ماهیتی کیفی دارند؛ مانند عادات‌های خرید مشتریان، مدل‌های زندگی و تقاضا برای محصولی خاص. سناریوها به‌طور عمده بر اساس عواملی که تعیین‌پذیر نیستند و نمی‌توان آنها را پیش‌بینی کرد، تدوین می‌شوند. در رویکردهای مختلف سناریونگاری عوامل غیرقابل پیش‌بینی به شیوه‌های مختلف شناسایی و دسته‌بندی می‌شوند. به عبارت دیگر، تفاوت رویکردهای مختلف سناریونگاری، در شناسایی، دسته‌بندی و انتخاب عواملی هستند که سناریوها بر اساس آن نگارش می‌شوند. رویکردهای مختلف توصیه‌های متفاوتی را برای نگارش سناریوها به همراه دارند.

در رویکرد منطق شهودی، عوامل کلیدی و روندهای پیش‌ران بر اساس دو معیار زیر

1- Huss & Honton

2- Intuitive Logic

3- Trend Impact Analysis

4- Cross Impact Analysis

طبقه‌بندی می‌شود:

- الف- درجه اهمیت برای موفقیت موضوع یا تصمیم اصلی
- ب- درجه عدم قطعیت احاطه‌کننده آن عوامل و روندها

همان‌گونه که در نمونه موردی سناریونگاری بیان شد، محورهای اصلی سناریوها «عدم قطعیت‌های بحرانی» در حوزه بحث هستند. به زبان ساده‌تر، آن دسته از عوامل کلیدی و روندهای پیش‌ران که بر اساس دو معیار اهمیت و عدم قطعیت رتبه بالاتری دارند. بدین ترتیب، نکته اصلی این رویکرد، شناسایی عامل یا عواملی است که مهم‌ترین و همراه با بیشترین عدم قطعیت باشند.

در رویکرد «تحلیل آثار برگذر» بر خلاف رویکرد پیشین، سناریوها بر اساس عواملی که تأثیرپذیری‌ها و تأثیرگذاری‌های شدیدی از یا بر سایر عوامل دارند، تدوین می‌شوند. تمایز عمده دیگری که این رویکرد با رویکرد پیشین دارد، استفاده از روش‌ها و ابزارهای کمی و محاسباتی دقیق برای شناسایی تأثیرگذاری‌ها و تأثیرپذیری‌هاست. «تحلیل آثار برگذر» نام روشی آینده‌پژوهانه نیز هست که در فصل دوم کتاب توضیح اندکی از آن رفت. در رویکرد «تحلیل آثار برگذر» سناریونگاری، استفاده از آن روش برای شناسایی سناریوها و ساخت آنها گامی ضروری دانسته می‌شود. در این روش کوشیده می‌شود تا بر تأثیرات بلندمدت و غیرمستقیم عوامل مختلف بر همدیگر توجه کافی شود. همچنین، سناریونگاران به تأثیرات و تأثرات متقابل میان عوامل کاملاً توجه می‌کنند. در مجموع، می‌توان گفت که عوامل سازنده سناریوها عواملی هستند که از دو ویژگی زیر برخوردار باشند:

- درجه تأثیرگذاری (اعم از مستقیم و غیرمستقیم) شدیدی داشته باشند و بتوانند دیگر عوامل سیستم را تحت تأثیر خود قرار دهند.
- درجه تأثیرپذیری (اعم از مستقیم و غیرمستقیم) شدیدی داشته باشند و بتوانند تحت تأثیر دیگر عوامل سیستم قرار گیرند.

استفاده از روش‌های کمی، ویژگی قابل توجه و نقطه قوت این روش است.

در رویکرد «تحلیل تأثیرات بر روند» ساخت آینده متأثر از وضعیت گذشته و آینده دانسته می‌شود، مگر آن‌که عاملی بتواند این وضعیت را برهم‌زند. به این ترتیب، عامل یا عوامل برهم‌زننده، سناریوهای آینده را شکل می‌دهند. به سخن دیگر، تاریخ دارای پیوستگی و اینرسی شدیدی است که تمامی وضعیت آینده را ترسیم می‌کند. تنها عواملی که بتوانند نیروی عظیمی را در مقابل این اینرسی قرار دهند، می‌توانند آینده را به گونه‌ای دیگر رقم زنند. در روش «تحلیل تأثیرات بر روند»، روندها نماینده اینرسی تاریخی دانسته می‌شوند که آینده متداول را می‌سازند.

به همین دلیل، اغلب سناریویی با نام «روال عادی»^۱ به مثابه سناریوی مبنای نگارش می‌شود و پس از آن مؤلفه‌های سازنده آینده (اعم از روندها، رویدادها، تصاویر و اقدامات) که این «روال عادی» را تحت تأثیر قرار می‌دهند و آن را از مسیر متداول منحرف می‌کنند، شناسایی و دسته‌بندی می‌شوند. دسته‌های مختلفی از مؤلفه‌ها که سرنوشت‌های مختلفی را پیش روی «روال عادی» قرار می‌دهند، مبنای سناریوهای آینده‌ای می‌شوند که با وضع امروزی متداول‌اند. در این رویکرد از سناریونگاری، توجه به «روال عادی» و شرایط برهم‌زننده، ادراک مناسبی را برای خواننده ایجاد می‌کند. در این رویکرد، سناریوهای به‌دست‌آمده هر یک بر اساس یک پیش‌فرض تغییردهنده شرایط پدید می‌آیند. در هر سناریویی یک فرض مبنایی برای تغییر شرایط فعلی وجود دارد که می‌تواند شرایط را به گونه‌ای دیگر تغییر دهد.

در این مطالعه، متخصصان فرایندی طرح با ترکیب دو رویکرد معرفی شده در زیر و سفارشی کردن آن با شرایط طرح، رویکرد ترکیبی را معرفی نمودند. در ادامه، ابتدا دو رویکرد اصلی «منطق شهودی» و «تحلیل آثار برگذر» مرور می‌شود و سپس رویکرد ترکیبی این دو که در مطالعه پامفا از آن استفاده شد، به صورت مختصر توصیف می‌شود.

۸-۱-۱- رویکرد منطق شهودی (روش عدم قطعیت‌های بحرانی)

به کارگیری هر رویکرد از روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. به همین دلیل، گاه روش‌های مختلفی در هر رویکرد کلان قابل دسته‌بندی هستند. یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌ها در رویکرد «منطق شهودی»، روش «عدم قطعیت‌های بحرانی» است. به منظور دستیابی به ادراک صحیح از رویکرد منطق شهودی، در ادامه روش «عدم قطعیت‌های بحرانی» مرور می‌شود. پایه‌گذار اصلی رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی، پیتر شوارتز^۲، دبیر کل «شبکه جهانی کسب‌وکار»^۳ است. بسیاری این رویکرد را زیرمجموعه رویکرد منطق شهودی می‌دانند. لیکن پیتر شوارتز و شبکه جهانی کسب‌وکار باعث گسترش و توسعه شگرف آن در جهان شدند و از این رو نیز در بسیاری از منابع، این رویکرد را با نام رویکرد «شوارتز» یا رویکرد GBN می‌شناسند. گام‌های فرایند سناریونگاری در این رویکرد، با تدوین فهرست عوامل شکل‌دهنده و روندهای مربوط به آینده شروع می‌شود، سپس فهرست تهیه‌شده در سه دسته زیر جای می‌گیرد (Schwartz, 1991):

1- As Usual

2- Peter Schwartz

3- Global Business Network (GBN)

- روندها و عوامل شکل‌دهنده که تداوم تأثیر آنها بر موضوع مورد نظر تا اندازه زیادی قطعی است.
 - روندها و عوامل شکل‌دهنده که بر موضوع مورد نظر تأثیر قطعی ندارند.
 - روندها و عوامل شکل‌دهنده که تأثیر آنها نامعلوم است و با عدم قطعیت بیان می‌شوند.
- در این رویکرد، روندها و عوامل شکل‌دهنده نامشخص و توأم با عدم قطعیت نیز به دو گروه تقسیم می‌شوند:
- روندها و عوامل شکل‌دهنده با تأثیر زیاد
 - روندها و عوامل شکل‌دهنده با تأثیر کم

گام‌های رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی

گام‌های اصلی در ساختن سناریوها بر اساس روش شوارتز دربرگیرنده هشت مرحله اصلی است: یک- آشکارسازی و روشن کردن تمرکز اصلی سناریوها (پرسش اصلی)

در هنگام توسعه سناریوها، کار با نگاه از محیط درونی و سپس تسری آن به محیط بیرونی آغاز می‌شود، بدین ترتیب که در ابتدا فرایند با پرسش یا تصمیمی خاص درباره محیط درونی شروع می‌شود و سپس بنای سناریوها به سمت محیط بیرونی شکل می‌گیرد. به عنوان مثال پرسش‌هایی از جنس: تصمیم‌سازان سازمانی در آینده نزدیک به چه می‌اندیشند؟ تصمیم‌هایی که تأثیری دراز مدت بر سرمایه سازمان دارند، کدامند؟

دو- بررسی تغییرات گذشته برای شناسایی روندها و نیروهای پیش‌ران در حال پیشرفت

گام دوم تدوین فهرست عوامل کلیدی تأثیرگذار بر کام‌بایی یا ناکامی آن تصمیم است، عواملی همچون تأمین کنندگان، رقبا و... به عنوان مثال: تصمیم‌سازان هنگام انتخاب‌های کلیدی، خواهان دانستن چه چیزهایی هستند؟ چه چیزی موفقیت یا ناکامی خواهد شد؟ تعمق‌هایی که به آن پیامدها شکل خواهند داد، کدام‌اند؟

سه- شناسایی تغییرات آینده و نیروهای پیش‌ران تغییرات شناخته شده

گام سوم شامل تدوین فهرست نیروهای پیش‌ران در محیط کلان سازمانی است. علاوه بر فهرست کنترل شده نیروهای اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، زیست‌محیطی و فناورانه، نکته مهم دیگر درباره جنبه‌های محیط کلان این است که «چه نیروهایی در پس نیروهای شناسایی شده در

محیط خرد، در گام دوم فعال هستند؟ برخی از این نیروها نسبتاً مشخص هستند (مثل داده‌های جمعیت‌شناسی) و برخی با عدم قطعیت بسیار همراه‌اند (مثل عقاید عمومی). دانستن این که چه چیزهایی ضروری و غیرقابل اجتناب‌اند و چه چیزهایی غیرقابل پیش‌بینی، ولی همچنان موضوع انتخاب‌اند، بسیار سودمند است. به منظور تعریف و مشخص کردن نیروهای پیش‌ران، به طور معمول تحقیق و مطالعه بسیار مورد نیاز است. این تحقیق ممکن است شامل بازارها، فناوری‌های جدید، نیروهای سیاسی، عوامل اقتصادی و غیره باشد.

چهار- شناسایی عدم قطعیت‌های کلیدی (هدایت‌کننده سیر حوادث به سوی آینده‌های کاملاً متفاوت)

گام بعدی شامل طبقه‌بندی عوامل کلیدی و نیروهای پیش‌ران بر اساس دو معیار است: نخست، درجه اهمیت برای موفقیت موضوع یا تصمیمی است که در گام اول شناسایی شده و دوم، درجه عدم قطعیت محیط بر عوامل و روندهاست. نکته اصلی، شناسایی دو یا سه عامل یا روندی است که مهم‌ترین و غیرقطعی‌ترین‌ها باشند. تفاوت سناریوها نباید صرفاً بر اساس عناصری چون پیر شدن جمعیت باشد؛ زیرا این عناصر در همه سناریوها تقریباً یکسان هستند.

پنج- ایجاد چارچوب منطقی بر اساس عدم قطعیت‌های شناسایی شده

در عمل نتیجه مرحله طبقه‌بندی، محورهایی است که سناریوهای نهایی برپایه آنها متمایز می‌شوند. مشخص کردن این محورها در واقع مهم‌ترین گام در فرایند تدوین سناریوهاست. هدف نهایی، رسیدن به سناریوهایی است که تفاوت‌های آنها، برای تصمیم‌سازان قابل توجه باشد. اگر محورهای اصلی عدم قطعیت‌های حساس شناسایی شده باشند، گاهی مفید است که آنها را به صورت یک گستره (در یک محور) یا ماتریس (دو محور) یا حجم (سه محور) چنان نشان داد که سناریوهای مختلف قابل شناسایی و جزییات آنها نیز قابل بسط باشند. منطق هریک از سناریوها، با موقعیت آن در ماتریس پیش‌ران‌های مهم، قابل تشخیص است.

شش- پربار کردن مشخصه‌های اصلی و توسعه روایت‌ها برای هریک از سناریوها

زمانی که مهم‌ترین نیروهای پیش‌ران و منطق تمایز سناریوها مشخص شد، پربار کردن چارچوب سناریوها با رجوع به عوامل کلیدی و روندهای شناسایی شده در گام‌های دوم و سوم، قابل اجرا خواهد بود و لازم است در هر سناریو باید به عوامل کلیدی و روندها توجه شود. گاهی به سرعت معلوم می‌شود که کدام جنبه از عدم قطعیت در کدام سناریو باید قرار داده شود و البته

گاهی نیز چنین نیست.

هفت- شناسایی مضامین هریک از سناریوها برای سازمان

پس از توسعه یافتن سناریوها، می‌توان با رجوع به موضوع یا تصمیم اصلی شناخته‌شده در گام اول، به «تمرین آینده» پرداخت. تصمیم مورد نظر در هریک از سناریوها چطور به نظر می‌رسد؟ چه آسیب‌پذیری‌هایی آشکار شده است؟ آیا تصمیم یا راهبرد تدوین شده در همه سناریوها استوار است یا تنها در یک یا دو سناریو خوب به نظر می‌رسد؟ اگر تصمیمی تنها در یکی از چند سناریو مناسب به نظر آید، آن تصمیم به مثابه راهبرد قمار با ریسک بالا شناخته می‌شود. در این صورت اگر شواهد حاکی از عدم رخداد سناریویی خاص باشد، چگونه می‌توان راهبرد مناسب را برگزید؟

هشت- تعریف شاخص‌ها و علائم راهنما

بسیار مهم است که بتوان تشخیص داد کدام یک از چندین سناریوی نوشته‌شده، به واقعیت در حال ظهور نزدیک‌تر است. غالباً جهت تاریخ آشکار است؛ به‌ویژه با توجه به عواملی همچون سلامت کلی اقتصاد. البته، گاهی نیز ممکن است شاخص‌های راهنما برای سناریوهای نوشته‌شده ملاحظات دربرداشته باشند. برای مثال، چگونه می‌توان سرعت بازسامان‌دهی اقتصاد را از اقتصاد صنعتی به سوی اقتصاد اطلاعاتی درجه‌بندی کرد و سنجید؟ به کمک یک شرکت تبلیغاتی مطابق با کدهای اس.آی.سی^۱ مختلف؟ از طریق عضویت در اتحادیه‌ها؟ یا از طریق اشتراک نشریه‌های دوره‌ای در زمینه شاخص‌های راهنمای اقتصاد؟

زمانی که سناریوهای مختلف پربار شدند و مضامین آن‌ها برای موضوع اصلی مشخص شدند، آنگاه لازم است زمانی برای تخیل و شناسایی چند شاخص راهنما، به منظور نظارت مداوم بر تحولات در نظر گرفته شود. اگر این شاخص‌ها به دقت انتخاب شوند، سازمان با دانستن این‌که چگونه آینده بر راهبردها و تصمیم‌های موجود تأثیر می‌گذارد، جهش بهتری در فضای رقابتی خواهد داشت.

مهم‌ترین مزیت‌های رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی به شرح زیر است:

- تدوین سناریوهای منعطف و نامتناقض در برابر حوادث آینده.
- ساده و غیر پیچیده بودن سناریوها.
- قابل استفاده بودن برای اغلب سازمان‌ها با فرهنگ‌های مختلف سازمانی.
- ایجاد احساس مسئولیت شرکت‌کنندگان و درگیر کردن تصمیم‌گیران اصلی در سازمان.
- تشویق افراد به خلاقیت بیشتر در تولید ایده‌های جدید.

1- SIC (Standard Industrial Classification)

- استفاده بهینه از اطلاعات موجود در زمینه آینده.
- کمک به شناسایی الگوهای زیربنایی و ساختاردهنده به حوادث.

اما برخی از نکات ضعف این رویکرد زیر عبارت است از:

- وابسته بودن به وجود خبرگان و صاحب نظران در فرایند سناریونگاری.
- این رویکرد تکیه بیشتری به مهارت‌های یادگیری و ارتباطات افراد دارد و در مدل‌سازی‌های محیط‌های با رویکرد کمی، موفق نیست.
- به دلیل نبود تحلیل‌های کمی، بعضی از سازمان‌ها (مانند شرکت‌های رایانه‌ای) تمایلی به این روش ندارند.
- در این روش حضور مدیران اصلی و تصمیم‌ساز الزامی است و این مدیران اغلب زمان کمتری برای صرف در این موارد دارند.
- این روش تمرکز کمتری بر آثار برگذر عوامل مؤثر در محیط فعالیت سازمان دارد.

۸-۱-۲- رویکرد تحلیل آثار برگذر

سال‌های متمادی پژوهشگران علوم اجتماعی روش‌های شهودی را برای پیش‌بینی‌ها استفاده می‌کردند. این روش‌ها بر پایه نظریات و بینش نخبگان استوارند. مصاحبه، روش دلفی و جلسات طوفان فکری از این دسته روش‌ها هستند. در این میان، روش‌هایی که به‌طور نظام‌مند قادر به گردآوری اطلاعات باشند، توسعه کمتری یافته بودند. برخی از آینده‌پژوهان بر این باورند که پیش‌بینی هر پدیده به صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن رخداد دیگر حوادث کلیدی و تأثیرگذار، غیر واقع‌بینانه است. رویکرد تحلیل آثار برگذر در پاسخ به این نیاز توسعه یافته است. این رویکرد در واقع رویکرد اصلاح‌شده تحلیل تأثیرات روند بر اساس احتمال به‌وقوع پیوستن آنهاست. از اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی بعضی سازمان‌ها از این رویکرد برای تدوین سناریوهای خود استفاده کرده‌اند. دو سازمان و شرکت معروف در این زمینه ایتراکس^۱ و بیسیکس^۲ هستند. در روش تحلیل آثار برگذر لازم است تا ابتدا فهرستی از عوامل اصلی شکل‌دهنده، تهیه شود. سپس تأثیرات مستقیم هر عاملی بر دیگر عوامل به‌دست آید. گفتنی است که شناسایی

1- Interax

2- Basics

میزان تأثیرگذاری‌های عوامل بر همدیگر از روش‌های مختلفی قابل محاسبه است. روش‌های احتمالی و محاسباتی بر اساس وضعیت فعلی از یک سو و روش‌های مبتنی بر نظر خبرگان از سوی دیگر، نمونه‌هایی متفاوت از روش محاسبه تأثیرات عوامل بر همدیگر هستند.

در گام بعدی با استفاده از فنون محاسباتی، تأثیرات غیرمستقیم بر هر عامل شناسایی می‌شود. در این وضعیت ممکن است یک عامل از طریق عامل دیگری بر سایر عوامل تأثیر بگذارد. به این ترتیب، تأثیرات غیرمستقیم که اغلب با فاصله زمانی بر عوامل دیگر تأثیر می‌گذارند، شناسایی می‌شوند.

مهم‌ترین مزایای این روش به شرح زیر است:

- روش‌های تدوین سناریو با رویکرد تحلیل آثار برگذر روشی با شیوه‌نامه‌های مشخص است، لذا کنترل فرایند آسان‌تر است.
- به دلیل تحلیل تأثیر عوامل از دیدگاه‌های مختلف، نوآوری و خلاقیت بسیاری در آن مشاهده می‌شود.

- در حالت نهایی تغییرات یک نظام به وضوح نمایان می‌شود.
- بهبود و به‌روز کردن نرم‌افزارهای طراحی شده آسان است.
- افزون بر این، ضعف‌های این روش نیز عبارت‌اند از:
- انتخاب حوادث و تأثیر آن‌ها بر یکدیگر به احتمالات و شیوه فکر شرکت‌کنندگان وابستگی بسیاری دارد.
- در بسیاری از مواقع حوادث تأثیرگذار به صورت هم‌زمان رخ می‌دهند. در این روش‌ها تحلیل‌های حاصل بر این فرض استوار است که حوادث بر اساس نظم و ترتیبی رخ می‌دهند و نگاه این روش‌ها به حوادث هم‌زمان، بسیار محدود است.

۸-۲- رویکرد ترکیبی عدم قطعیت‌های بحرانی- آثار برگذر

با توجه به رویکردهای موجود و مزایا و معایب هریک، رویکرد انتخابی در این طرح، بر مبنای توجه به «عدم قطعیت‌های بحرانی» است. البته، به منظور رفع برخی از معایب و کاستی‌های این رویکرد، در یکی از گام‌های اجرای روش، آثار برگذر عوامل کلیدی و پیشران‌ها بر یکدیگر نیز لحاظ می‌شود.

معیارهایی که به انتخاب رویکرد «عدم قطعیت‌های بحرانی» با ترکیب «تحلیل آثار برگذر» می‌انجامد، عبارت‌اند از:

- در دسترس بودن افراد کلیدی، تصمیم‌گیر، سیاست‌گذار، ذی‌نفوذ و خبره در حوزه‌های

مورد پوشش این طرح.

- ناآشنایی خبرگان و سیاست‌گذاران با روش سناریونگاری که امکان نتیجه‌گیری را بر اساس مباحثه کاهش می‌دهد.
- کمبود منابع به‌ویژه زمان که در روش عدم قطعیت‌های بحرانی به مثابه منبعی برای مباحثه و رسیدن به اجماع یا حصول به معرفت‌های سطوح بالاتر حائز اهمیت است.
- دستیابی به آینده‌های باورکردنی و محتمل در افق زمانی تعیین شده، هدفی کوچک‌تر از تغییر دید حاضران در کارگاه‌های سناریونویسی است و لذا می‌توان از روش‌ها و ابزارهای کمی نیز در این راه استفاده کرد، بی‌آن‌که لزوماً همه افراد در طی فرایند به ادراک اجماعی رسیده باشند. رسیدن به ادراک اجماعی در روش عدم قطعیت بحرانی امری کلیدی است، اما در روش‌های کمی محصول کار مهم‌تر از چگونگی فرایند است.
- روش مند بودن این رویکرد ترکیبی و امکان اجرای گام‌های این روش در این طرح.
- تولید سناریوهای سیاست‌گذارانه که لاجرم تعداد سناریوها را به تعداد کمی (بین ۴ تا ۶ سناریو) کاهش می‌دهد.

در عمل هنگام سناریونگاری با استفاده از رویکرد شوارتز تعداد اندکی (معمولاً سه تا چهار) روایت خودسازگار^۱ و بدیل درباره آینده ارائه می‌شود. در برخی موارد، به‌ویژه آنهایی که افزون بر روایت پردازی‌های مفصل، از مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای هم استفاده می‌کنند، محاسباتی مربوط به چندین حالت خاص نیز انجام می‌شود. اما در نهایت، همه این حالت‌ها به تعداد اندکی تقلیل می‌یابند و دسته‌های عام سناریوها را می‌سازند. هر سناریو باید از لحاظ منطقی خودسازگار باشد. به بیان دیگر، هر رویداد معقولی باید به صورت منطقی وابسته به رویدادهای پیش از خود باشد. چه بسا برخی سناریوهای مشخص، بعید یا نامطلوب تشخیص داده شوند، اما هیچ‌کس نباید قادر باشد که غیرممکن بودن یک سناریو را اثبات کند. سناریوها به مثابه یک مجموعه باید مورد قبول همه افراد درگیر باشند.

سناریوهای توسعه یافته در واقع بافتاری^۲ را برای به آزمون کشیدن ریسک‌ها و فرصت‌های موجود در انتخاب‌های راهبردی یا گزینه‌های گوناگون سیاست‌گذاری مهیا می‌کنند و از این رو، به ابزاری برای ارزیابی آینده پيامدهای تصمیم‌های امروزه تبدیل شده‌اند.

1- Self-consistent

2- Context

۸-۲-۱- گام‌های رویکرد ترکیبی سناریونگاری

گام‌های این رویکرد به ترتیب عبارت‌اند از:

الف- آشکارسازی و روشن کردن تمرکز اصلی سناریوها (پرسش اصلی)

ب- شناسایی عوامل کلیدی

در این گام، ابتدا فهرستی از عوامل کلیدی که بر کامیابی یا ناکامی پرسش اصلی سناریونگاری تأثیر می‌گذارند، شناسایی می‌شوند. شناسایی این عوامل بر اساس طرح پرسش‌هایی دربارهٔ موضوع امکان‌پذیر است.

ج - پالایش اولیهٔ عوامل کلیدی

در این گام لازم است تا فهرستی اولیه از موضوعاتی تهیه شود که اهمیت بالقوه‌ای برای پاسخ به پرسش تحقیق دارند. این فهرست کمک می‌کند تا گزینه‌های پیش‌رو برای آینده‌های باورکردنی کاهش یابد.

د - تحلیل آثار برگذر عوامل کلیدی

در این گام نظرهای خبرگان در مورد اثرگذاری عوامل کلیدی بر یکدیگر، وارد نرم‌افزار مربوط می‌شود. سپس ماتریسی تهیه می‌شود که برآیند نظرهای خبرگان را نشان می‌دهد. در واقع، این برآیند، میانگین حسابی دیدگاه‌های خبرگانی است که به پرسش‌نامه پاسخ داده‌اند. در مرحلهٔ بعد تحلیل نظر هر فرد و برآیند آنها ارائه می‌شود. درجهٔ تأثیرپذیری و تأثیرگذاری هریک از عوامل به دیگر عوامل از برون دادهای این تحلیل است.

ز - ایجاد چارچوب منطقی بر اساس عدم قطعیت‌های شناسایی شده

آن دسته از عوامل کلیدی که اهمیت بالا و عدم قطعیت بیشتری دارند، احتمال بیشتری برای انتخاب به مثابهٔ چارچوب‌های سناریوها دارند. این عوامل در جمع خبرگان مطرح می‌شود و آنها دربارهٔ انتخاب چارچوب نهایی تصمیم‌گیری می‌کنند. بدین ترتیب، خبرگان بر اساس دو شاخص «اهمیت» و «عدم قطعیت» در مورد انتخاب ابعاد نهایی سناریوها تصمیم می‌گیرند.

ن- پربار کردن مشخصه‌های اصلی و توسعه روایت‌ها برای هریک از سناریوها
 هنگامی که مهم‌ترین نیروهای پیشران و منطق‌هایی که سناریوها را از هم متمایز می‌کنند، مشخص شدند، پربار کردن چارچوب سناریوها با رجوع به عوامل کلیدی و روندهای شناسایی شده در گام‌های پیشین، قابل اجرا خواهد بود.

و- شناسایی مضامین هریک از سناریوها برای سازمان
 زمانی که سناریوهایی با جزئیات بیشتر توسعه یافت، آنگاه می‌توان با رجوع به موضوع یا تصمیم اصلی شناخته‌شده در گام اول، «تمرین آینده» را انجام داد.

ه- ارائه شاخص‌های راهنما برای چارچوب ارائه‌شده
 تشخیص این که کدام سناریو به واقعیت در حال ظهور نزدیک‌تر است، بسیار مهم است. از این رو، هرگاه که سناریوهای مختلف پربار شده، مضامین آنها برای موضوع اصلی مشخص شدند، لازم است زمانی برای تخیل و شناسایی چند شاخص راهنما و نظارت مداوم بر تحولات در نظر گرفته شود. اگر این شاخص‌ها با دقت انتخاب شوند، سازمان با دانستن این که آینده چگونه بر راهبردها و تصمیم‌ها تأثیر می‌گذارد، جهت‌گیری صحیح‌تری را انتخاب خواهد کرد. در فعالیت سناریونگاری در حوزه زیست‌فناوری، از رویکردی ترکیبی برای نوشتن سناریوها استفاده شد که در ادامه، مراحل مختلف این رویکرد و گام‌های برداشته‌شده برای نوشتن آنها توضیح داده می‌شوند.

۸-۳- رویکرد منتخب سناریونگاری

آینده زیست‌فناوری در احاطه عدم قطعیت‌های زیادی، به ویژه درباره کاربردها و تأثیر آن است. چهار سناریوی این بخش، در کاهش این عدم قطعیت‌ها می‌کوشند و مسیرهای متفاوتی را که این صنعت تا سال ۱۴۰۴ می‌تواند بپیماید، به نمایش می‌گذارد. سناریوهای تدوین شده حاصل پیش‌بینی‌های متفاوت و گوناگونی درباره نیروهای پیشران اساسی و عدم قطعیت‌های شناسایی شده هستند. این سناریوها تصاویر مختلفی از سال ۱۴۰۴ مهیا می‌کنند. این سناریوها نباید پیش‌بینی‌های قطعی تلقی شوند، بلکه باید برای جهت‌دهی به تفکرات راهبردی و کندوکاو فضاهای آینده به کار روند. با توجه به تک تک سناریوها و تصور کردن دنیای به نمایش گذاشته شده در آنها، می‌توان مضامین موضوعات مطرح شده را ارزیابی و بررسی کرد و فرصت و

تهدیدها را بازشناخت. با خواندن متن این سناریوها، خواننده باید به مضامین و پویایی تحولات در آنها توجه کند.

در واقع، سناریوها مهیاکننده زمینه‌ای برای گفت و گوهایی راهبردی در تبیین و شناسایی موضوعات نهفته در صنعت زیست فناوری و آینده آن هستند. در مطالعه سناریوها باید به شرایط تشریح شده در هر سناریو توجه کرد و موضوعات مهم در آن شناسایی و بررسی شود. ساخت این سناریوها مطابق با روش سناریونویسی شناسایی مهم‌ترین پیشران‌ها با عدم قطعیت‌های چندگانه است. در این روش، پس از شناسایی عوامل کلیدی و نیروهای پیشران کلیدی، سه نیروی پیشران کلیدی که عدم قطعیت و اهمیت بالایی دارند، انتخاب می‌شود و با تشکیل ماتریس آثار برگذر این سه نیروی پیشران، هشت سناریو به دست می‌آید. این سه بُعد (نیروی پیشران اصلی) در واقع، حاوی بیشترین و گسترده‌ترین تغییرات و عدم قطعیت‌های بنیادین از آینده هستند. با نگرش به کران‌ها و حد نهایی هر کدام از نیروهای پیشران اصلی، فضای گسترده‌ای از آینده پیش‌روی افراد و تصمیم‌سازان باز می‌شود که حوادث مهم و رویدادهای تأثیرگذار در این فضا می‌توانند رخ دهند. با تشکیل ماتریس برگذر توسط این سه نیروی پیشران می‌توان پویایی و درهم کنش این نیروها را به راحتی تجسم کرد و منطق حاکم بر سناریوها را تشخیص داده و تعیین کرد. در اغلب موارد این نیروهای پیشران تغییرات، از فهرست نیروهایی که خارج از کنترل سازمان برگزارکننده فعالیت سناریونویسی هستند، انتخاب می‌شوند. نیروهای پیشران در طول زمان مورد نظر در سناریوها، مسیرهای مختلفی را می‌پیمایند که این مسیرها، نحوه تکامل بافت فعالیت آن سازمان در آینده را مشخص می‌سازد. در این مطالعه، پس از برگزاری جلسات طوفان فکری در زمینه عوامل مؤثر بر صنعت زیست‌فناوری و تهیه فهرست این عوامل، پرسش‌هایی در این باره طراحی شد. این پرسش‌ها که در بخش نخست پرسشنامه دلفی از خبرگان این حوزه پرسیده شد و خبرگان در واقع میزان اهمیت و میزان عدم قطعیت این نیروهای پیشران را معین کردند، به همراه پاسخ‌های خبرگان در جدول زیر آمده‌اند.

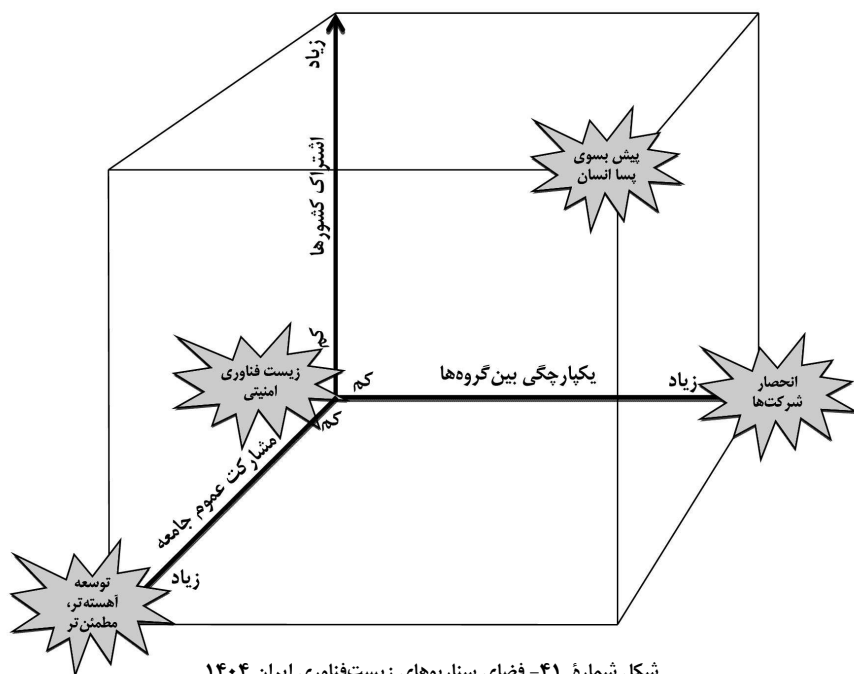
جدول شماره ۲۵ - پرسش‌های دسته اول سوال‌های دلفی و پاسخ‌های خبرگان

پرسش	شاخص اهمیت	شاخص اجماع
نقش بازارهای آزاد و بازارهای دولتی	۹۵.۰۸	-۰.۰۳
خلق و خوی اجتماعی	۹۳.۲۵	۰.۳۴
اشتراک کشورها در تحقیقات	۹۱.۵۳	-۰.۹۵
حفظ حقوق مالکیت فکری	۸۹.۵۸	۱.۰۷
قانون‌گذاری در صنعت زیست فناوری	۸۸.۷۵	۱.۱۸
یکپارچگی بین گروه‌ها	۷۷.۰۸	-۱.۲۳
منافع کوتاه‌مدت و زودبازده یا بلندمدت	۷۵.۰۰	۱.۳۶
مشارکت عموم جامعه	۶۶.۹۴	۱.۳۷

به منظور کاهش این نیروهای پیشران - که اهمیت بالا و عدم قطعیت دوگانه دارند - به حداکثر سه نیروی پیشران، نتایج دور دوم دلفی تحلیل شد و پس از مفهوم سازی و بررسی در گروه‌های تخصصی، سه نیروی پیشران کلیدی، مهم و با عدم قطعیت به شرح زیر انتخاب شدند:



بدین ترتیب، فضای سناریوها به صورت شکل زیر خواهد بود.



شکل شماره ۴۱- فضای سناریوهای زیست‌فناوری ایران ۱۴۰۴

با توجه به ترکیب حالت‌های مختلف نیروهای پیشران فوق، به هشت حالت (سناریوهای حدی) می‌رسیم که از میان این هشت حالت، چهار سناریو را با توجه به بیشترین عدم قطعیت که از نتایج دلفی حوزه زیست‌فناوری استخراج شده است، برمی‌گزینیم. محور مشارکت عموم جامعه دارای بیشترین عدم قطعیت دوگانه و استقلال است. دو محور یکپارچگی بین گروه‌ها و اشتراک کشورها دارای همبستگی هستند.

جدول شماره ۲۶- هشت حالت ترکیبی از نیروهای پیشران منتخب

نتیجه	اشتراک کشورها		مشارکت عموم جامعه		یکپارچگی میان گروه‌ها		سناریوهای محتمل
	کشورهای جهان در جهت‌دهی به تحقیقات زیست فناوری، اشتراکی عمل خواهند کرد.	کشورهای جهان در جهت‌دهی به تحقیقات زیست فناوری، انفرادی عمل خواهند کرد.	عموم جامعه در تعیین اولویت‌های زیست فناوری مشارکت خواهند کرد	عموم جامعه در تعیین اولویت‌های زیست فناوری مشارکت نخواهند کرد.	یکپارچگی میان گروه‌های طرفدار تحقیقات زیست فناوری و طرفداران محیط زیست به وجود خواهد آمد.	پراکندگی آرا بین گروه‌های طرفدار تحقیقات زیست فناوری و طرفداران محیط زیست به وجود خواهد آمد.	
+	+		+		+		پیش به سوی پسا انسان
-	+		+		+		نامحتمل تر ^۱
-	+		+			+	نامحتمل تر ^۲
-	+			+			نامحتمل تر ^۳
-		+		+		+	نامحتمل تر ^۴
+		+		+		+	توسعه آهسته تر، مطمئن تر
+	+		+		+		انحصار شرکت‌ها
+	+		+			+	زیست فناوری امنیتی

۱ چنانچه مشارکت عموم جامعه در تعیین اولویت‌ها نباشد، کشورها نیز انفرادی عمل کنند، یکپارچگی میان گروه‌های طرفدار محیط زیست و تحقیقات زیست فناوری چندان متصور نمی‌نماید.

۲ چنانچه مشارکت عموم جامعه در تعیین اولویت‌ها نباشد و یکپارچگی میان گروه‌های طرفدار محیط زیست و تحقیقات زیست فناوری نیز وجود نداشته باشد، مشارکت کشورها در جهت‌دهی تحقیقات نیز محتمل نمی‌نماید.

۳ چنانچه مشارکت عموم جامعه مبنای بوده (تقاضامحوری)، میان گروه‌ها نیز یکپارچگی نباشد، کشورها علاقه‌مندی کمتری برای به اشتراک گذاشتن فعالیت‌های خود دارند.

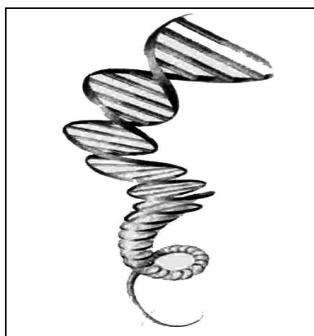
۴ مشخص است که چنانچه کشورها و دولت‌ها در جهت‌دهی تحقیقات، اشتراکی عمل نکنند، مشارکت عموم جامعه در تعیین اولویت‌ها به صورت تقاضامحوری باشد، امکان یکپارچگی میان گروه‌های طرفدار محیط زیست و تحقیقات زیست فناوری کم خواهد بود.

بدین ترتیب، این فضای سناریو، شامل چهار سناریو به شرح زیر است.

- سناریوی پیش به سوی پسا انسان زیستی؛
- سناریوی انحصار شرکت‌های بزرگ؛
- سناریوی آهسته‌تر، مطمئن‌تر؛
- سناریوی زیست فناوری امنیتی.

در ادامه این سناریوها توضیح داده می‌شوند.

۸-۴- سناریوهای ملی زیست فناوری



۸-۴-۱- سناریوی اول،
پیش به سوی پسا انسان

«تدوین قوانین و استانداردهای همه‌پسند در صنعت زیست فناوری سبب پدید آمدن فضای بسیار خلاق و هم‌افزاینده‌ای در تحقیقات می‌شود و صنعت زیست فناوری با رشد تصاعدی رو به رو خواهد شد. مناطق حساس و پرتنش در جهان به آرامش می‌رسند و ایران در نقش یکی از فعالان و سرمایه‌گذاران در صنعت زیست فناوری، با کمک دیگر کشورها در حال کمک به پیشرفت این صنعت خواهد بود. رشد و پیشرفت این فناوری از کنترل افراد و کشورها خارج شده است و همه روزه اخبار از نوآوری‌ها و شگفتی‌های جدید سخن می‌گوید.»

ابداعات و اختراعات زیست فناوری شتاب بالایی به خود گرفته است و بهره‌وری تحقیقات در این زمینه رو به افزایش است. اما همچنان برای استفاده و اقبال عموم از محصولات ارائه شده، به زمان نیاز است. زیرساخت‌های مرتبط با توسعه زیست فناوری نیز رشد شتابانی دارند. قدرت رایانه‌ها مطابق با قانون گوردون مور^۱، در هر ۱۸ ماه دو برابر می‌شود و نسل‌های جدیدی از رایانه‌های بیوانفورماتیک با قدرت محاسباتی بالا به بازار عرضه می‌شود؛ هزینه خرید و تهیه این رایانه‌ها نیز رو به سوی کاهش دارد. فرآیندهای اتوماتیک آزمایش، رمزگشایی و تحلیل‌های رایانه‌ای به محققان امکان داده است که الگوهای پیچیده ساختار ژنتیک انسان، گیاهان و حیوانات را به سرعت شناسایی کنند. به دلیل افزایش جمعیت کشورها، رشد اقتصادی بالا و جهانی شدن اقتصاد، صدمات فراوانی به محیط زیست وارد شده است که بیشترین زیان‌ها را کشورهای رو به توسعه متحمل می‌شوند. در این زمان، همه چشم امید به زیست فناوری برای حل مشکلات و جبران صدمات دارند. بسیاری از کسانی که پیشتر مخالف گسترش زیست فناوری بودند،

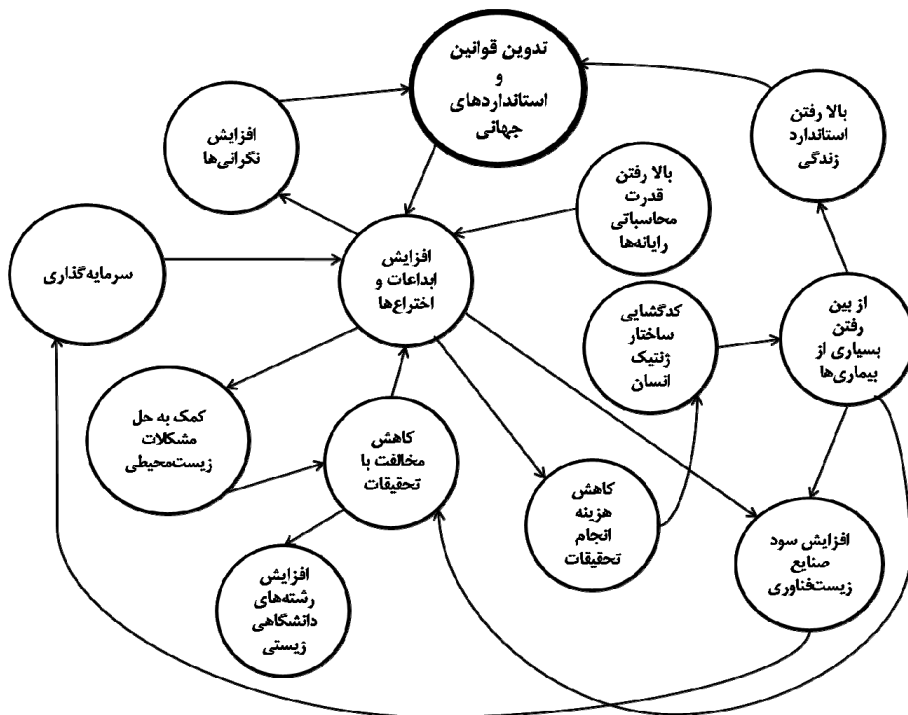
1- Gordon Moore

امروزه آن را بهترین و مهمترین راه حل مشکلات موجود می‌دانند. به دلیل کنترل مناسب و تهیه استانداردها و قوانین پذیرفته‌عام، بیشترین تحقیقات زیست‌فناوری به صورت «متن‌باز»^۱ انجام می‌شود و کمترین خطا و فاجعه رخ می‌دهد. تا سال ۱۴۰۴ صنعت داروسازی در ایران دچار تحول ماهوی می‌شود و تولید آن به جای مطالعات آزمایشگاهی، براساس بیوانفورماتیک و همچنین پروتئومیکس و ژنومیکس خواهد بود.

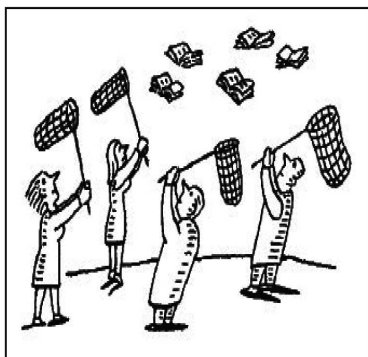
بسیاری از حیوانات و گیاهانی که در معرض انقراض بودند، تکثیر یافته و از خطر انقراض رهایی یافته‌اند. موجوداتی که منقرض شده بودند، دوباره به چرخه حیات بازگردانده شده‌اند و حتی موجوداتی که پیشتر وجود نداشتند، با فناوری‌های صنعت زیست‌فناوری از ترکیب DNA موجودات مختلف یا دستکاری ژنتیکی به صورت‌های بسیار عجیب و برای استفاده‌های خاص پدید آمده‌اند. در ایران نیز نه تنها مراکز پژوهشی و تحقیقاتی، بلکه شماری از بنگاه‌های بخش خصوصی نیز در زمینه تکثیر ژنتیکی (کلونینگ) فعال اند و این امر در حال تبدیل شدن به صنعتی سودآور و با ارزش افزوده بالاست، چنانکه این بنگاه‌ها سفارش‌هایی از دیگر کشورها برای تکثیر برخی از حیوانات منقرض شده در مناطق جغرافیایی آنها، دریافت می‌کنند.

محیط زیست تحت تأثیر تغییرات اعمال‌شده و غذا و گیاهان ژنتیکی است و بسیاری از طرفداران محیط زیست در این زمینه اعتراضات و نگرانی‌هایی ابراز می‌کنند. هرچند ایران توانسته است با استفاده از این فناوری‌ها میزان تولید محصولات راهبردی و همچنین برخی از محصولات دارای بازار جهانی را افزایش دهد، اما تأثیر این فناوری در صنایع تبدیلی کشاورزی بسیار زیاد است و ایران رشد بالایی در تولید و صادرات محصولات صنایع تبدیلی کشاورزی دارد. تحقیقات درباره سلول‌های بنیادین به نتیجه رسیده و بسیاری از بیماری‌ها، همچون دیابت، پارکینسون و آلزایمر درمان شده‌اند. حتی در بسیاری از جوامع جنبش‌های ضد پیر شدن در حال شکل‌گیری است. ژن درمانی برای درمان اختلالات ژنتیکی در همه کشورها موجود است و همه مردم دنیا از این شیوه برای درمان خود یا فرزندان‌شان بهره می‌گیرند. دولت ایران با حمایت‌های مادی و معنوی خود از تشکیل انجمن‌های تخصصی و مستقل در زمینه زیست‌فناوری و تسهیل فرایندهای تصمیم‌گیری درباره راهبردهای بلندمدت و فعالیت‌های بین‌المللی و فراملی در زمینه زیست‌فناوری، انجام تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های مشترک را آسان کرده است. تمام این فعالیت‌ها در چارچوب نگاه دولت به ایجاد فضای کسب و کار مناسب برای بنگاه‌های خصوصی فعال باعث شده است بنگاه‌های کوچک و متوسط نسبتاً زیادی در کشور ایجاد شود و امکان پدید آمدن شرکت‌های بزرگ فعال در این زمینه را فراهم آورد. با نگاهی به گذشته، شاید بتوان

گفت که اجرایی شدن قوانین و مقررات ذیل اصل ۴۴ قانون اساسی در حمایت از بخش خصوصی و محدود شدن وظایف دولت در حد نظارت و وظایف حاکمیتی اصلی‌ترین عامل رشد زیست‌فناوری بوده است. سود ناشی از فروش محصولات ژنتیکی باعث شده تا بسیاری در این زمینه سرمایه‌گذاری کنند. زیست‌فناوری به حد نهایت توان خود رسیده و دیگر برگشت به دوره تولیدات صنعتی و مکانیکی امکان‌پذیر نیست. تا سال ۱۴۰۴ شرکت‌های چندملیتی به صورت پراکنده در سراسر جهان در این صنعت تشکیل شده‌اند که بخش علوم زیستی^۱ را در بازار جهان به خود اختصاص داده‌اند. همان‌گونه که گفته شد، ایران نیز توانسته است امکان ایجاد شرکت‌های چندملیتی را با اصلیت ایرانی فراهم سازد؛ البته این شرکت‌های چندملیتی در حوزه کشورهای اسلامی و همچنین در خاورمیانه با واسطه وجود ارزشها و همچنین دغدغه‌های مشترک در حال شکل‌گیری‌اند. قوانین حمایت از دارایی‌های فکری ضمانت اجرایی قوی داشته، که این امر منجر به افزایش آهنگ چرخه اقتصاد صنعت زیست‌فناوری شده است. تبلیغات برای مصرف محصولات زیست‌فناوری بسیار زیاد است و مخالفان گسترش زیست‌فناوری تنها محدود به کسانی هستند که از مصرف محصولات دچار آسیب شده‌اند. بسیاری از افراد اطلاعات ژنتیکی خود را در پرونده‌های بهداشتی‌شان دارند و از مستعد بون خود و خانواده‌شان به بیماری‌های خاص آگاه‌اند و در از بین بردن عوامل بیماری‌های وراثتی می‌کوشند. ارزش‌ها و مدل‌های زندگی در جوامع دچار دگرگونی‌های اساسی شده‌اند و بیشتر بر افزایش کیفیت زندگی و رشد شخصیتی تمرکز می‌شود. شمار دانش‌آموختگان دانشگاهی در رشته‌های مرتبط با زیست‌فناوری در سال ۱۴۰۴ به ۴۰۰ نفر در میلیون رسیده است که بیش از ۷۰ درصد از نیازهای توسعه، دستیابی و به‌کارگیری فناوری‌زیستی در زمینه تولید فراورده‌های تشخیصی و درمانی را برطرف کرده است. ایران دارای مقام نخست در استفاده از زیست‌فناوری در زمینه پاک‌سازی محیط زیست، به‌ویژه از آلودگی‌های نفتی در دریاهاست و یکی از صادرات کشور را راکتورهای زیستی تشکیل می‌دهد. مطالبات جهانی همراه با وجود قوانین جدید مالکیت فکری در این حوزه، کشورهای همچون ایالات متحده و کشورهای اروپایی را وادار ساخته است که بخشی از یافته‌های خود را در اختیار دیگران قرار دهند و باعث هماهنگی بین دیگر کشورها شوند، چرا که از تکرار آزمایش‌ها و مسیرهای طی شده در حین تحقیقات جلوگیری شود. در مجموع، باید گفت که رشد فناوری‌های زیستی دیگر هیچ محدودیتی به غیر از ظهور ایده‌ها و تجهیزات جدید در پیش خود ندارد و ماشین رشد این فناوری با سرعت بسیار بالایی به حرکت خود ادامه می‌دهد. «غول ژنتیک از چراغ جادو بیرون آمده است».



شکل شماره ۴۲- پویایی نظام‌مند سناریوی پیش به سوی پسا انسان در یک نگاه



۸-۴-۲- سناریوی دوم، انحصار شرکت‌های بزرگ

«رشد بالای فناوری‌های زیستی در جهان، عناوین نخست خبرگزاری‌ها را تشکیل می‌دهد، ولی همه این اخبار از کشورهای صنعتی و پیشرفته و یا متحدان آنها بیرون می‌آید. کشورهای رو به توسعه زمینه‌های غیرقانون‌گذاری شده‌ای را برای دستیابی به فناوری‌های زیستی پدید آورده‌اند. پیشرفت‌های اصلی در بهداشت و سلامتی سبب کاهش ریسک استفاده از محصولات صنعت زیست‌فناوری شده است، ولی این محصولات فقط در بین بلوک‌ها، اتحادیه‌ها و کشورهای خاصی رد و بدل می‌شود.»

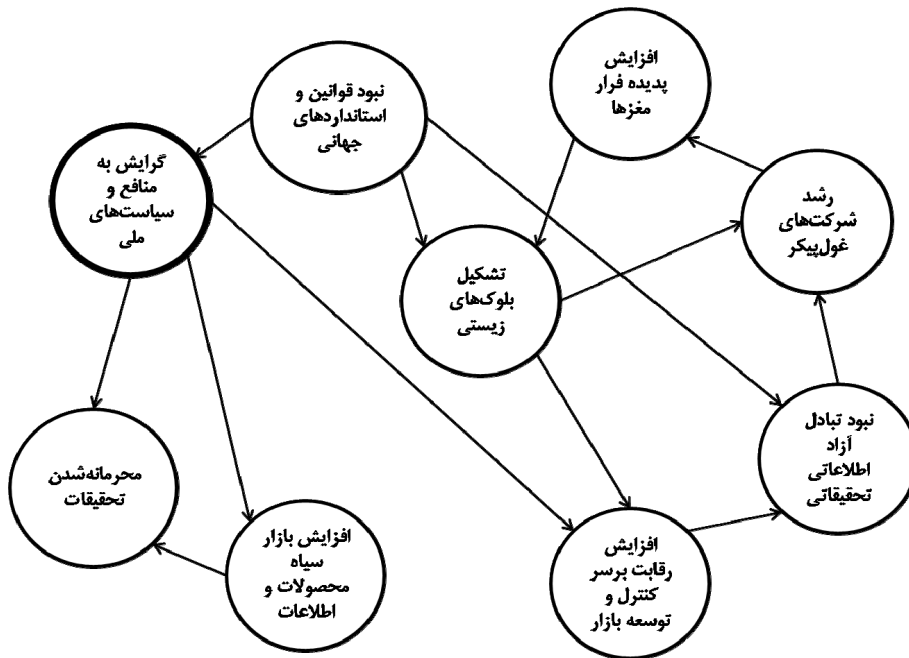
توسعه فناوری‌های زیستی در حوزه‌ها و مناطق خاصی، به ویژه در کشورهای حمایت‌کننده صنایع زیستی به وقوع پیوسته است. بسیاری از کشورها به فناوری‌های سطح بالای زیستی دسترسی ندارند و بسیاری نیز از آنها رویگردان‌اند. با این همه، رشد و سرعت پیشرفت فناوری‌های زیستی بالاست. سیاست‌های ملی، قانون‌گذاری‌های اصلی برای صنایع زیست‌فناوری بوده و خبری از قوانین و استانداردهای جهانی و حفظ و حراست از حقوق مالکیت فکری نیست. بازار سیاهی برای نقل و انتقال و دادوستد اطلاعات فناوری‌ها به وجود آمده است. در ایران شورای ملی ایمنی زیستی که در دهه هشتاد ایجاد شده، تا اواسط دهه نود بر همه فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه زیست‌فناوری نظارت داشت. اما با اهمیت یافتن این صنعت برای امنیت و اقتدار کشور یک نهاد رسمی زیر نظر ریاست جمهوری، مسئولیت مدیریت و توسعه این صنعت را در کشور بر عهده گرفته است. کشورهایی همچون چین، هند و برزیل تولیدکننده‌های اصلی محصولات کشاورزی ژنتیکی به شمار می‌روند و تأمین‌کننده مواد غذایی مناطقی همچون آفریقا و کشورهای عقب مانده هستند. ایران نیز توانسته است در سال‌های اخیر با استفاده از فناوری‌های زیستی، علاوه بر خودکفایی مستمر در محصولات راهبردی کشاورزی، به برخی از کشورهای همسایه نیز صادرات محصولات کشاورزی داشته باشد. شرکت‌های غول‌پیکر در زمینه

توسعه زیست‌فناوری رشد بسیار سریع و بالایی دارند، ولی این شرکت‌ها تنها در کشورهایی که قوانین حمایت‌کننده و زیرساخت‌های مناسب دارند، ظهور یافته و سرمایه‌گذاری می‌کنند. رقابت بسیار شدیدی در زمینه زیست‌فناوری پدید آمده است، ولی قدرت‌های برتر، کنترل بازار و توسعه فناورانه را در زمینه زیست‌فناوری در دست دارند. حقوق مالکیت فکری به صورت سختگیرانه‌ای در برابر کشورهای رو به توسعه اعمال شده و پیشرفت و توسعه زیست‌فناوری را در این کشورها با محدودیت‌ها و دشواری‌هایی مواجه کرده است. جامعه جهانی در حال تبدیل شدن به سه گروه عمده است. یک گروه متنعم از پیشرفت‌های فناوری زیستی هستند و دیگری در تکیه و تلاش برای رسیدن به گروه اول است و در نهایت گروه سوم، گروهی از کشورها هستند که تنها نظاره‌گر پیشرفت‌های محیرالعقول در فناوری زیستی بوده و در حال دست و پنجه نرم کردن با بیماری‌ها و مشکلاتی هستند که این بیماری‌ها و مشکلات در کشورهای گروه اول، ریشه‌کن شده‌اند. ایران را می‌توان در گروه دوم جای داد. در واقع مراکز پژوهشی و شرکت‌های مشخصی در ایران وجود دارند که در این زمینه به خوبی فعالیت می‌کنند. اما این صنعت هنوز نتوانسته است به گونه‌ای فراگیر تجاری شده و چرخه تولید ثروت آن در سطح کل جامعه تکمیل شود.

دولت‌های ملی بیشتر در قانون‌گذاری‌های خاصی برای حفظ و حراست از موقعیت رقابتی خود و دستاوردهای فناورانه‌شان برای مردمان کشورشان یا کشورهای متحد می‌کوشند. بلوک‌های مختلف فناورانه، مشابه بلوک‌های اقتصادی - سیاسی تشکیل شده‌اند که در توسعه فناوری‌های زیستی به همدیگر کمک می‌کنند. این بلوک‌ها محدودیت‌های خاصی برای انتقال اطلاعات به بلوک‌های دیگر اعمال کرده‌اند. جو مسمومی فضای حاکم بر روابط بین‌الملل را احاطه کرده و خصومت‌های بین کشورها و بلوک‌ها باعث بروز نگرانی‌هایی در زمینه تروریسم یا سلاح‌های بیولوژیک شده است. بسیاری از وقوع حوادثی مشابه بمباران حلبچه ولی در مقیاس بزرگتر سخن می‌گویند. اصطلاح هیروشیما بیولوژیک در گفت‌وگوهای صاحب‌نظران روابط بین‌الملل بسیار به زبان می‌آید. چالش سلطه هژمونیک کشورهای قدرتمند بر کشورهای رو به توسعه بسیار احساس شده و تحلیل‌گران بر این اعتقادند که جهان پیشرفته به حد نهایی مسیر اشتباه تکامل فناوری‌های زیستی رسیده است. کشورهایی همچون ایالات متحد در حال فشار آوردن به دیگر کشورها، به ویژه کشورهای رو به توسعه برای واردات محصولات کشاورزی اصلاح ژنتیک شده از آمریکا هستند و صنایع کشاورزی‌های سنتی در این کشورها در آستانه نابودی است. اتحادیه اروپا با تقویت ارزش یورو در برابر دلار آمریکا، در کنترل واردات محصولات اصلاح ژنتیک شده از آمریکا و دیگر بلوک‌های پیشرفته در زمینه زیست‌فناوری می‌کوشد. هک

کردن ژن و مهندسی معکوس محصولات ژنتیکی در کشورهای رو به توسعه که در آنها حقوق مالکیت فکری چندان رعایت نمی‌شود، به پدیده‌ای عادی و عمومی تبدیل شده است. به خاطر همین موضوع، حکومت‌های ملی و کشورهای عضو یک بلوک، توانایی کمتری در قانون‌گذاری و کنترل محصولات زیست‌فناوری دارند و لذا این کشورها با استفاده از فناوری‌های پنهان‌سازی اطلاعات در حجم بسیار بالا، توانایی ایجاد پایگاه داده‌ها برای حفظ و کنترل دسترسی به اطلاعات راهبردی در زمینه زیست‌فناوری را به دست آورده‌اند. اطلاعات فقط در سطح ملی و متحدان ملی به اشتراک گذاشته می‌شود. در ایران پدیده فرار مغزها همچنان وجود دارد، هرچند کشور توانسته است از طریق اقدامات مناسبی چون کمک به شکل‌گیری مراکز پژوهشی و ایجاد چند شرکت بزرگ که در حوزه‌های پیشرفته فعال هستند، تا حدود زیادی این روند را کاهش دهد ولی همچنان بخش خصوصی رغبت چندانی به سرمایه‌گذاری در صنایعی که با عدم قطعیت‌های زیاد همراه است، ندارد. همچنان این مشکل فرهنگی ایران که در آن مشاغل خدماتی ارزش بیشتری نسبت به مشاغل تولیدی دارند، پابرجاست. البته یکی از فرصت‌های موجود در این زمینه همگرایی بین شرکت‌های حوزه فناوری اطلاعات با زیست‌فناوری است که پتانسیل بازار بالایی در کشور و منطقه برای آن متصور است و در این باره فعالیت‌هایی در بخش خصوصی کشور دیده می‌شود.

تحقیق و توسعه در زمینه‌های نظامی در صنعت زیست‌فناوری، حجم بسیار بالایی از درآمد ناخالص ملی کشورها را به خود اختصاص داده است. عملیات‌های تروریستی به صورت دوره‌ای در برخی مناطق جهان رخ داده و عمیق‌تر شدن شکاف میان فقیر و غنی، چنین عملیات‌هایی را محتمل‌تر کرده است. چین و برخی از کشورهایی که هیچ مذهبی ندارند، تحقیقات در هر زمینه‌ای را مجاز می‌دانند و شبیه‌سازی انسان در این کشورها در حد بسیار بالایی انجام می‌پذیرد. در چنین فضایی، شرکت‌هایی که به دلایل اخلاقی و دیگر مسائل قادر به انجام تحقیقات خاصی در مناطق مخصوص به خود نیستند، به چین و کشورهای بدون محدودیت مهاجرت می‌کنند. در این عرصه، جهان اسلام اقدام به تدوین منشور اخلاق زیستی کرده است که ایران از ارکان تهیه این منشور است.



شکل شماره ۴۳- پویایی نظام‌مند سناریوی انحصار شرکت‌های بزرگ در یک نگاه



۸-۴-۳- سناریوی سوم، توسعه آهسته تر، مطمئن تر

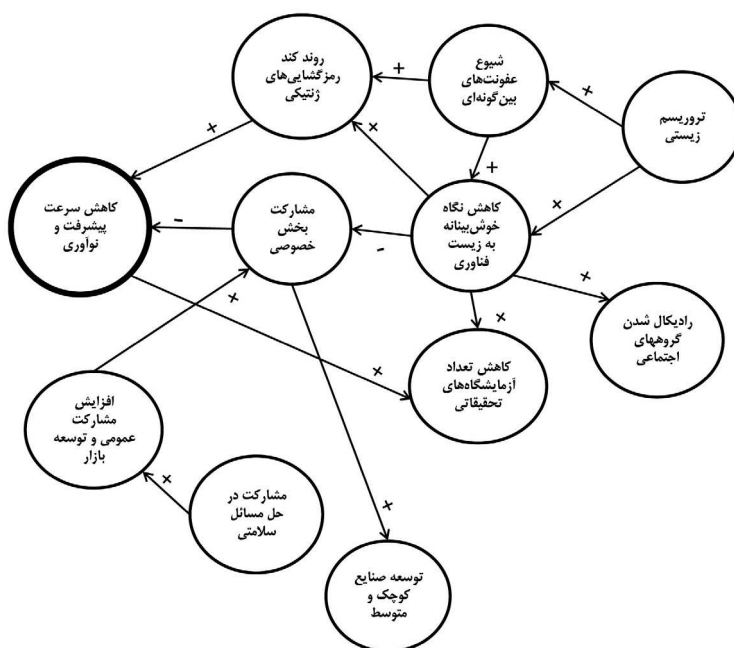
کاربردها و توسعه زیست فناوری به دلیل بروز حوادث و اتفاقات متعدد در این صنعت با مشکلاتی روبه‌رو شده و رشد فناوری در این صنعت کندتر از وضعیت مورد انتظار است. جنبش های مخالف توسعه فناوری های زیستی قدرت بیشتری پیدا کرده، ولی چندان مورد استقبال و حمایت عموم قرار نگرفته و تقاضای محصولات زیستی رو به افزایش است. هرچند آلودگی های زیست محیطی و مشکلات پدید آمده از به کارگیری محصولات زیست فناوری، صدمات شدیدی به محیط زیست وارد کرده است که در کوتاه مدت هیچ امیدی برای حل این مشکلات دیده نمی‌شود، اما هنوز هم امید اصلی برای حل این معضلات، استفاده از زیست فناوری است. نیازهای جامعه به محصولات زیست فناوری محرک اصلی برای توسعه این صنعت به شمار می‌آید.

اگرچه در سال‌های اولیه سده بیست و یکم شیفتگی زیست فناوری با ظهور دالی (گوسفند شبیه‌سازی شده) و تحقیقات سلول‌های بنیادین در همه مجامع علمی احساس می‌شد و بسیاری بر این باور بودند که زیست فناوری قدرت و توانایی بسیار بالایی در حل مشکلات بشر و هم‌چنین تسریع تکامل وی دارد، حوادثی رخ داد که نگاه بسیار خوشبینانه افراد به زیست فناوری را تعدیل کرد. به دنیا آمدن حیوانات و نوزادان ناقص و عفونت‌های بین گونه‌ای که در صدر اخبار و تحلیل‌های خبری روز دنیا قرار گرفت، اثرهای منفی در چشم‌انداز مثبت پژوهش‌ها و تحقیقات زیست فناوری پدید آورد. بسیاری وقوع این رخدادها را «چرنوبیل بیولوژیکی» نام نهادند. علاوه بر این، فعالیت‌های تروریستی با مواد بیولوژیکی در چندین شهر دنیا، باعث شد تا گروه‌های طرفدار محیط زیست در برابر زیست فناوری جبهه بگیرند. بسیاری از محصولات زیست فناوری از سوی این سازمان‌های غیر دولتی تحریم شد و قوانین بسیار سختگیرانه‌ای برای تحقیقات زیستی، به ویژه در زمینه‌های کشاورزی و بهداشت و سلامتی، به مجالس قانون‌گذاری

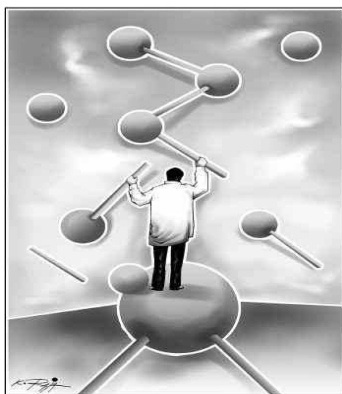
پیشنهاد شد. هرچند باور عمومی به استفاده از محصولات تأیید شده زیست‌فناوری، تصویب چنین قوانینی را مشکل می‌سازد، اما در صورت تصویب این قوانین که بسیاری از شبکه‌های اجتماعی مجازی آنها را حمایت می‌کنند، روند تحقیقات جدید کندتر می‌شود. گزارش‌های بسیاری از بیماری‌های حامل از زیست‌فناوری در حیوانات که انتقال‌پذیر به انسان نیز هستند، در فضای اینترنت و شبکه‌های خبری منتشر شده است. اندیشمندان بشمار به این مسئله اعتراف می‌کنند که پیچیدگی طبیعت بسیار عظیم‌تر از آن بود که در اوایل سده بیست و یکم پیش‌بینی می‌شد و به زمان زیادی برای تکامل و بلوغ فناوری زیستی نیاز است. پروژه رمزگشایی دی.ان.ای^۱ انسان پیشرفت کمی کرده است و هنوز پرسش‌های بسیاری درباره عملکرد ژن‌ها و پروتئین‌ها در ذهن دانشمندان باقی مانده است. به دلیل اینکه بیماری‌های جدید قدرت سازگاری بسیار بالایی با تغییرات دارند، داروهای ژنتیکی که بر اساس نظریه‌های مختلف قابل استفاده هستند، هنوز به اهداف اصلی خود دست نیافته‌اند. با این همه، استقبال مردم و سیاست‌مداران از پیشرفت‌های زیست‌فناوری، همچنان بالاست. صنایع فعال، در مدیریت اطلاعات عظیمی که در تحقیقات خود به دست آورده بودند، دچار خطا شده‌اند که سرعت نوآوری را در این صنایع کاهش داده است. بنابراین، رشد نوآوری و پیشرفت جهشی نبوده و ثبات ندارد. شرکت‌های بزرگ در گسترش انحصار خود می‌کوشند، اما هنوز شکاف فناوری بین کشورهای پیشرفته و در حال توسعه که در این زمینه فعال بوده‌اند، بسیار عمیق نشده است. در ایران، دولت بر استفاده از زیست‌فناوری در پاک‌سازی هوا، به‌ویژه در شهرهای بزرگ همچون تهران و اصفهان، تأکید می‌ورزد و از محصولات زیست‌فناوری در دفع آلاینده‌های خطرناک نظیر مواد رادیواکتیو، فلزات سنگین، عوامل شیمیایی و فراآوری مواد معدنی و نفتی استفاده می‌کند و توانسته است از صادرکنندگان این فناوری‌ها و محصولاتی در حوزه صنایع غذایی (همچون گوشت حاصل از حیوانات ترانسژنیک و گیاهان مقاوم به آفت‌ها مثل برنج و گندم) به برخی از کشورهای در حال توسعه باشد. دولت همچنان از تحقیقات در زمینه زیست‌فناوری حمایت می‌کند و در جبران تأخیر شروع این فعالیت‌ها (اواسط دهه ۶۰) نسبت به دیگر کشورها تلاش می‌کند. تصمیم‌گیران ایران معتقدند که نباید اشتباه بزرگ در تأخیر شروع بهره‌برداری از انرژی هسته‌ای (تأخیر ۵۰ ساله) را در مورد زیست‌فناوری تکرار کرد.

شهرهای پرجمعیت و آلوده در کشورهای رو به توسعه محل شیوع بیماری‌های واگیردار شده‌اند. کشورهایی همچون چین در عهدنامه‌های بین‌المللی برای کنترل و مدیریت تحقیقات در زمینه پروژه رمزگشایی ژن انسان مشارکت نکردند و این کشورها محل امنی برای شرکت‌هایی

شدند که در دیگر کشورها با محدودیت‌های قانونی رو به رو بودند. دولت‌های بسیاری در جهان علاقه کمتری به سرمایه‌گذاری در زمینه‌های زیست‌فناوری از خود نشان می‌دهند و سرمایه‌گذاری‌های محدود در این زمینه به دست دانشمندان و بخش خصوصی و آن هم در بخش‌های مولد و تحت کنترل انجام می‌پذیرد. جنبش‌های بسیار قوی و فعالی درست مشابه جنبش‌های ضدجهانی شدن برای مبارزه با زیست‌فناوری شکل گرفته و در هر حال فعالیت هستند. موضوع هنجارها و ارزش‌ها در استفاده از این فناوری در جهان مطرح است و بسیاری از کشورها هنوز نتوانسته‌اند چارچوب مناسب و معناداری برای تحقیقات و مطالعات تبیین کنند. ایران که سردمدار کشورهای اسلامی است، توانسته است کارهای ارزشمندی درباره اخلاق زیستی انجام دهد. در ایران بخش خصوصی بیشتر در حوزه بهداشت و سلامتی فعال است و سرمایه‌گذاری‌های نسبتاً خوبی در زمینه واکسن‌های نوترکیب، ژنومیکس و پروتئومیکس انجام گرفته است. کشورهایی همچون هند، کوبا و ترکیه که پیشرفت‌های خوبی در عرصه زیست‌فناوری داشته‌اند، با ایران همکاری علمی و پژوهشی کرده و سرمایه‌گذاری‌های مشترک در این زمینه‌ها انجام گرفته است.



شکل شماره ۴۴- پویایی نظام‌مند سناریوی توسعه آهسته تر، مطمئن تر در یک نگاه



۳-۲-۴- سناریوی چهارم، زیست فناوری امنیتی

«اگرچه زیست فناوری سرعت پیشرفت بسیار بالایی ندارد، ولی اغلب کشورها در به‌کارگیری آن به موفقیت‌های نسبی دست یافته‌اند. خطرهای نهفته و عوارض جانبی محصولات آن تا حدی شناسایی شده‌اند و کشورهای مختلفی در صدد کنترل این فناوری‌ها هستند. وفاق جمعی بین بیشتر کشورهای جهان در خصوص قوانین وجود ندارد. خطرهای تروریستی و همچنین استفاده دولت‌های متخاصم از سلاح‌های کشتار قومی از موضوعات داغ رسانه‌ها است. هرچند بلوک‌هایی از کشورهای دارای منافع مشترک تشکیل شده است، اما تلاش‌های مؤسسات و نهادهای بین‌المللی برای ایجاد قوانین واحد به منظور جلوگیری از خطرهای استفاده از زیست فناوری تحت نظارت سازمان ملل متحد افزایش یافته است.»

خطرهای یک چرنوبیل بیولوژیکی یا استفاده تروریست‌ها و دولت‌های متخاصم از سلاح‌های کشتار قومی - قبیله‌ای (این سلاح‌ها پس از گسترش در یک شهر یا محیط زندگی انسان، تنها انسان‌هایی با ساختار دی.ان.ای^۱ خاص را از بین می‌برند که به سلاح‌های کشتار قومی - قبیله‌ای معروف‌اند) در تمام رسانه‌ها موضوع داغ روزانه است. به طور کلی، کنترل و مدیریت خطرهای زیست‌فناوری از کنترل بشر خارج شده است.

تروریست‌ها از میکروب‌هایی همچون وبا که به پادتن‌های مرسوم مقاوم‌اند، استفاده کرده که جان هزاران هزار نفر را گرفته است.

پیشرفت زیست‌فناوری سرعت بالایی ندارد و بیشتر محققان به این حقیقت معترف‌اند که رسیدن به اسرار طبیعت و درک پیچیدگی ژن‌های موجودات بسیار سخت‌تر از آن بود که گمان می‌بردند. زیست‌فناوری به حدی رسیده است که برای گذار به مراحل بعدی نیاز به ابزارهای

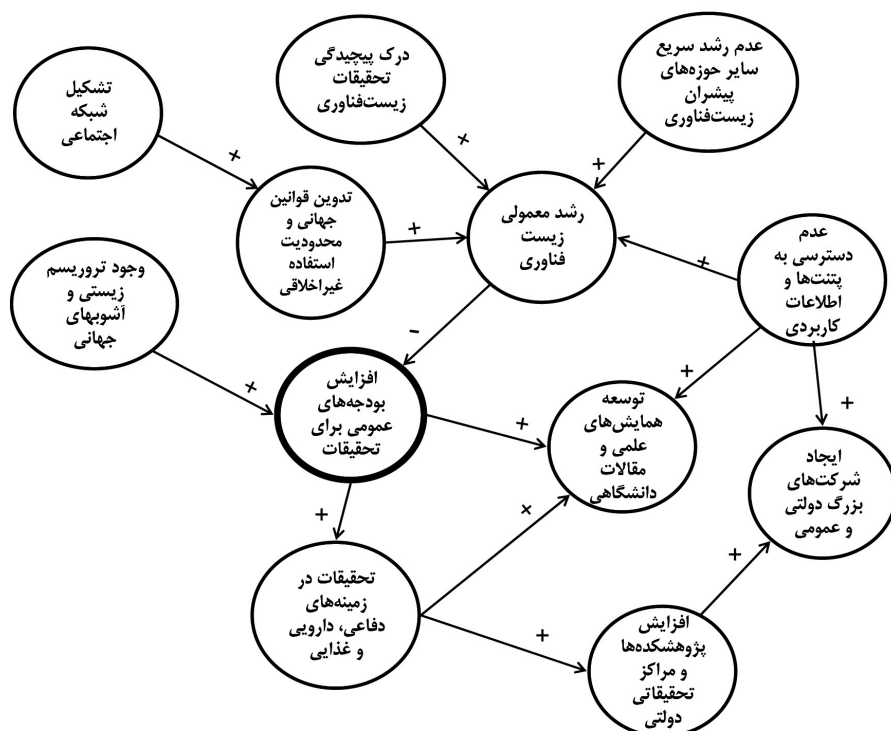
پیشرفته دارد. خود این تجهیزات باید با کمک فناوری‌های دیگر همچون فناوری نانو و فناوری اطلاعات ساخته شوند. از این رو، عدم موفقیت شگرف در فناوری‌های نانو و اطلاعات باعث اعمال محدودیت در رشد زیست‌فناوری شده است. با همه این کاستی‌ها و رکود در پیشرفت، بودجه‌های عمومی به منظور افزایش سلامت و تأمین امنیت غذایی و همچنین، بودجه‌های دفاعی در بیشتر کشورها محرک اصلی تحقیقات در حوزه زیست‌فناوری است.

با توجه به وجود آشوب و ناآرامی نسبی در نقاط مختلف جهان، دولت‌ها و شرکت‌ها قوانین سختی برای حفظ حقوق مالکیت فکری، دسترسی به پتنت‌ها و اطلاعات مهم این حوزه برقرار کرده‌اند و همین امر شکل‌گیری بلوک‌های مختلف را شدت بخشیده است. در عین حال دولت‌ها سعی کرده‌اند در بودجه‌های تحقیقاتی و پژوهشی، اعتبارات مناسبی برای فعالیت پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در بخش خصوصی منظور کنند. به عبارت دیگر، توسعه زیست‌فناوری هنوز به صورت عرضه‌محور و فشار علم دنبال می‌شود. در نتیجه، در بسیاری از کشورها اولویت‌گذاری ملی برای فعالیت‌های پژوهشی در این حوزه صورت گرفته است. از رایج‌ترین اولویت‌ها، افزایش توان دفاعی در برابر حملات زیستی و همچنین تأمین نیازهای غذایی و دارویی است. با توجه به وجود محدودیت در دسترسی به پتنت‌ها و اطلاعات زیست‌فناوری و همچنین صرف بودجه‌های عمومی برای انجام تحقیق و پژوهش در این حوزه، شرایط کسب و کار در اکثر کشورها برای شکل‌گیری شرکت‌های بزرگ و انحصاری در بخش دولتی و عمومی فراهم است و ایران نیز از این امر مستثنی نیست.

با این حال، جو عمومی در برابر توانایی‌ها یا فواید زیست‌فناوری در کشورهای جهان، به ویژه کشورهای پیشرفته، چندان مثبت نیست. شبکه‌های اجتماعی گوناگونی در شکل‌های مختلف همچون شبکه‌های اینترنتی، گفت‌وگوهای تلویزیونی با مشارکت عموم، برگزاری کارگاه‌های ارزیابی و رأی‌گیری‌های متداول در شهرها، کشورها و مناطق مختلف جهان شکل گرفته‌اند که مشغول ارزیابی پیشرفت‌های زیست‌فناوری به همراه محدودیت‌ها و مخاطرات نهفته در آن هستند. این گروه‌ها از مخالفان جدی تحقیقات و پژوهش‌های دفاعی و همچنین تولیدات کشاورزی مبتنی بر زیست‌فناوری هستند.

مواد غذایی که حاوی مواد معدنی و ویتامین‌های کاشته شده و تقویت شده در آنها هستند، برای کشورهای آسیایی و آفریقایی اولویت دارند و ارگان‌های مهندسی ژنتیک شده برای حل مشکلات زیست محیطی در اولویت‌های مهمتر سازمان‌های جهانی قرار می‌گیرند. کشورهای آفریقایی که دچار گرسنگی و فقر غذایی‌اند، از پیشرفت‌های زیست‌فناوری بیشترین استفاده را می‌کنند و غالباً خطر آزمایش‌های اولیه را به جان می‌خرند.

به دلیل پیدا نشدن بدیل همسان برای نفت و افزایش تقاضای جهانی که همراه با کاهش ظرفیت تولید کشورهای تولیدکننده نیز بوده است، در ایران استخراج نفت با استفاده از باکتری‌های تولیدشده توسط زیست فناوری بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. ایران نیز به دلیل گسترش روابط خود با کشورهای افریقایی در دهه دوم سده بیست و یکم، در صادرات واکسن‌های بیماری‌های ویروسی و تولید جانورانی که مانند کارخانجات تولید آنتی بادی عمل می‌کنند، با این قاره، سهم قابل توجهی را به خود اختصاص داده است. امروزه کشورهایی مثل آذربایجان که خود را در زمینه آلودگی دریای خزر به سبب استخراج غیراصولی و بی‌رویه نفت از آن مقصر می‌دانند، از دانش محققان ایرانی در تصفیه و پالایش این حوزه آبی توسط زیست‌فناوری بهره می‌برند.



شکل شماره ۴۵- پویایی نظام‌مند سناریوی زیست فناوری امنیتی در یک نگاه

پیوست یک - فهرست پاسخ دهندگان به پرسشنامه دلفی زیست فناوری

در دور اول و دوم دلفی پامفا، خبرگانی از بخش های مختلف دانشگاهی، صنعتی و سیاست گذاری به پرسشنامه ها پاسخ داده اند که اسامی آنها به ترتیب حروف الفبا در جدول زیر آورده شده است.

ردیف	نام	ردیف	نام	ردیف	نام
۱	اتابک ارشدی	۳۲	سید محسن موسوی	۶۳	مجید فرمد
۲	احسان سیدجعفری اولیائی نژاد	۳۳	سید محمد طباطبایی	۶۴	محمد احمدی یزدی
۳	احمد معینی	۳۴	سید مهدی امام	۶۵	محمد جواد رسایی
۴	اسداله روحی لاریجانی	۳۵	سید مهدی حسینی مزینانی	۶۶	محمد حسین قهرمانی
۵	اسلام مجیدی هروان	۳۶	سیروس زینلی	۶۷	محمد عنایت زاده
۶	امیر موسوی	۳۷	شریفی سیرچی	۶۸	محمد میرزایی صالح آبادی
۷	ایران عالم زاده	۳۸	شکبیا	۶۹	محمد رضا زمانی
۸	بابک خوئینی	۳۹	شمس الضحی ابوالمعالی	۷۰	محمد رضا سیاوشی
۹	باقر یخچالی	۴۰	شمس بخش	۷۱	محمد رضا طاهرزاده
۱۰	برادران	۴۱	صدیقه ذاکری	۷۲	محمد علی قادری
۱۱	بهرام کاظمی	۴۲	صفاریون	۷۳	مسعود برومند
۱۲	بهزاد قره یاضی	۴۳	ضرغام سپهری زاده	۷۴	مسعود حجت
۱۳	پروانه جعفری	۴۴	عباچی	۷۵	مسعود مدنی
۱۴	پرویز تاجیک	۴۵	عباس سعیدی	۷۶	مصطفی مطلبی
۱۵	پرویز شایان	۴۶	علی پیروزی	۷۷	مصطفی یوسفی تبریزی
۱۶	پویا ناصری نوسر	۴۷	علی مبینی دهکردی	۷۸	ملبویی
۱۷	تقی زهرانی صالحی	۴۸	علی محمد شکیب	۷۹	منصور عباچی
۱۸	حسین نادری منش	۴۹	علی مسعودی نژاد	۸۰	منوچهر میرشاهی
۱۹	حمید قاسم زاده نوا	۵۰	علی معتقد	۸۱	منوچهر وثوقی
۲۰	حمید مباشری	۵۱	علیرضا حسینی	۸۲	مهدی شمس ارا
۲۱	دین پرست	۵۲	علیرضا عظیمی	۸۳	مهدی صادقی
۲۲	رامین فاضل	۵۳	غلامرضا شریفی سیرچی	۸۴	مومن رکن آبادی
۲۳	رحیم عصفوری	۵۴	غلامرضا نیک بخت	۸۵	نادر مقصودی
۲۴	ساذر کمی نژادبان	۵۵	فاضل شکری	۸۶	نوربخش فولادی
۲۵	سعداله روحی لاریجانی	۵۶	فتح اله مضطرزاده	۸۷	هاله حامدی فر
۲۶	سعید امین زاده	۵۷	فرامرز اختراعی	۸۸	هومن یاری
۲۷	سعید خیابایی	۵۸	فرزام فر	۸۹	وحید خلج
۲۸	سعید میردامادی	۵۹	فرهت مجیدفر	۹۰	وحید کریمی
۲۹	سیاوش سرداری	۶۰	فریدون مهبودی	۹۱	یوسف حجت
۳۰	سید امیرالدین صدرنژاد	۶۱	فیض آبادی		
۳۱	سید علیرضا حسینی	۶۲	قدرت اله محمد زمانی		



پیوست دو- معرفی اندیشگاه آتی‌نگار

آتی‌نگار، اندیشگاهی برخوردار از فعالان آینده‌نگاری و شبکه‌هایی از خبرگان حوزه‌های دانش و فناوری است که در حوزه آینده‌اندیشی و آینده‌نگاری مشغول به فعالیت است. این اندیشگاه تلاش دارد تا در زمینه‌های ذیل به ارائه خدمات بپردازد:

- شناسایی آینده‌های ممکن، باورکردنی، محتمل و مطلوب و ارائه شفاف آنها به مخاطبان
- تحلیل و مقایسه آینده‌های گوناگون و شناسایی مطلوب‌ها و نامطلوب‌های نهفته در هریک از آینده‌ها، با توجه به معیارها، ارزش‌ها و هنجارهای استفاده‌کنندگان
- کمک در تدوین سیاست‌ها و راهبردهای خلق آینده‌های مطلوب و پرهیز از آینده‌های نامطلوب
- تحلیل‌ها و نگاشت‌های داده‌کاوی، متن‌کاوی و تحلیل پتنت
- ارائه ره‌نگاشت (نقشه راه) برای بنگاه‌ها و سازمان‌ها به منظور دستیابی به اهداف کوتاه‌مدت و میان‌مدت آنها

اندیشگاه آتی‌نگار در طرح «پایلوت آینده‌نگاری مناسب‌ترین فناوری‌های ایران ۱۴۰۴» مسئولیت روش‌شناسی و اجرای فرآیند آینده‌نگاری این طرح کلان را بر عهده داشته است. این اندیشگاه در فعالیت‌های آینده‌پژوهی ملی دیگر نیز مشارکت داشته و مطالعات آینده‌نگری چنین فعالیت‌هایی را عهده‌دار بوده است.

برای آشنایی بیشتر با اندیشگاه آتی‌نگار می‌توانید به آدرس اینترنتی زیر مراجعه فرمایید:

www.atinegaar.com

منابع

۱. پایا، علی و همکاران، پامفا ۱۴۰۴: نخستین گام در مسیر آینده‌نگاری، رهیافت، شماره ۴۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۶.
۲. علیزاده، عزیز، وحیدی مطلق، وحید و امیر ناظمی، سناریونگاری یا برنامه‌ریزی بر پایه سناریوها، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۸۷.
۳. ناظمی، امیر و روح‌اله قدیری، آینده‌نگاری از مفهوم تا اجرا، مرکز صنایع نوین، تهران، ۱۳۸۵.
4. Bell, Wendell, What do we mean by futures studies? in Slaughter R. (Ed) New thinking for a new millennium. London: Routledge, 1996.
5. Dator, James, Futures studies as applied knowledge, in Slaughter R. (Ed) New thinking for a new millennium. London: Routledge, 1996.
6. Deardorff, Alan V., Terms of Trade: Glossary of International Economics, World Scientific, 2006.
7. European Foresight Monitoring Network (EFMN), Global Foresight Outlook 2007; Mapping Foresight in Europe and the rest of the World.
8. Godet M. and Fabrice Roubelat, Creating the future: the use and misuse of scenarios, Long Range Planning, Vol 29, No 2, April 1996.
9. Huss, William R, and Edward J Honton, Scenario planning: what style should you use? Long Range Planning, 1987.
10. Huxley, Aldous: Brave New World. Harper Perennial Modern Classics; Reprint edition 17 October 2006.
11. Kuwahara, Terutaka, Technology Forecasting Activities in Japan, North-Holland.
12. List, Dennis, Scenario Network Mapping: The Development of a Methodology for Social Inquiry, University of South Australia, 2005.
13. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), White Paper on Science and Technology: Challenges for Building a Future Society, 2006, Japanese Government.
14. Miles, Ian and Michael Keenan, "FOREN Work package 2", IPTS, Seville, December 2000.
15. NISTEP, the Eighth Technology Foresight – Japan, 2005.

16. NISTEP, the Seventh Technology Foresight – Japan, 2001.
17. Pinnegar, J.K., Viner, D., Hadley, D., Dye, S., Harris. M., Berkout, F. and Simpson, M. 2006. Alternative future scenarios for marine ecosystems: technical report, Cefas Lowestoft.
18. Polak, F. L. (1961) the Image of the Future (1951), Vols I and II, Trans, E. Boulding, New York: Oceana.
19. Popper, Rafael, Cross-impact analysis for identification of key drivers, excerpt taken from Miles, I. and Keenan, M. Handbook on Knowledge Society foresight, Dublin: European Foundation, 2003.
20. Popper, R. , Foresight methodology, in Georghiou, L., Cassingena, J., Keenan, M., Miles, I. and Popper, R. (Eds), The Handbook of Technology Foresight, Edward Elgar, Aldershot. 2008.
21. Porter, M. E., Competitive advantage, New York: Free Press, 1985.
22. Ringland, G., Scenario planning: Managing for the future. New York: John Wiley, 1998.
23. Schultz, Wendy, Defining Futures Fluency, in Slaughter, R., Knowledge Base of Futures Studies, Volume 2: Organizations and Practices, 2005.
24. Schwartz, Peter, the Art of the Long View. New York: Doubleday Currency, 1991.
25. Schwartz, Peter, Inevitable Surprises, the Free Press, New York, NY, 2003.
26. Shin, Taeyoung, Technology Forecasting and S&T Planning: Korea Experience, Science & Technology Policy Institute, Seoul, Korea.
27. Tumer, Turgut, Rational, Scope and Methodology of the Technology Foresight in Turkey-Vision 2023 Project, Technology Foresight for Organizers, 8-12 December 2003, Ankara, Turkey.
28. UNIDO, Technology Foresight Manual, Organization and Methods, Volume 1, 2005 a.
29. UNIDO, Technology Foresight Manual, Organization and Methods, Volume 2, 2005 b.
30. Voros, J., A generic foresight process framework, Foresight, vol. 5, no. 3, 2003.
31. Wack, P., Scenarios: Shooting the rapids, Harvard Business Review, November-December, 1985.
32. www.nistep.go.jp

References

1. Bell, W. (2002). What do we mean by futures studies?. *New Thinking for a New Millennium: The Knowledge Base of Futures Studies*, 1.
2. Dator, J. (1996). *Futures studies as applied knowledge*. London: Routledge.
3. Deardorff, A. V. (2006). *Glossary of international economics*. World Scientific: New Jersey.
4. Godet, M., & Roubelat, F. (1996). Creating the future: the use and misuse of scenarios. *Long range planning*, 29(2), 164-171.
5. Huss, W. R., & Honton, E. J. (1987). Scenario planning—what style should you use?. *Long range planning*, 20(4), 21-29.
6. Huxley, Aldous (2006): *Brave New World*. Harper Perennial Modern Classics; Reprint edition 17 October.
7. Kuwahara, T. (1999). Technology forecasting activities in Japan. *Technological Forecasting and Social Change*, 60(1), 5-14.
8. List, D. (2005). *Scenario network mapping: the development of a methodology for social inquiry* (Doctoral dissertation, University of South Australia).
9. MEXT: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, *White Paper on Science and Technology: Challenges for Building a Future Society*, 2006, Japanese Government.
10. National Futures Association, *NFA Manual*. Available in: <http://www.nfa.futures.org/basicnet/glossary.aspx?term=T>
11. NISTEP, the Eighth Technology Foresight – Japan, 2005.
12. NISTEP, the Seventh Technology Foresight – Japan, 2001.
13. Pinnegar, J. K., Viner, D., Hadley, D., Sye, S., Harris, M., Berkhout, F., & Simpson, M. (2006). *Alternative future scenarios for marine ecosystems*. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Sciences, Lowestoft.
14. Polak, F. L. (1961) *the Image of the Future* (1951), Vols I and II, Trans, E. Boulding, New York: Oceana.
15. Porter, M. E. (2008). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Simon and Schuster..
16. Ringland, G., & SCHWARTZ, P. P. (1998). *Scenario planning: Managing for the future*. John Wiley & Sons.
17. Schwartz, P. (1996). *The art of the long view: paths to strategic insight for yourself and your company*. Random House LLC.
18. Tumer, Turgut, (2003). “Rational, Scope and Methodology of the Technology Foresight in Turkey-Vision 2023 Project”, *Technology Foresight for Organizers*, 8-12 December 2003, Ankara, Turkey.
19. Voros, J. (2003). A generic foresight process framework. *foresight*, 5(3), 10-21.
20. Wack, P. (1985). *Scenarios: Shooting the Rapids: How Medium-Term Analysis Illuminated the Power of Scenarios for Shell Management*. *Harvard business review*, 63(6), 139-150.
21. www.nistep.go.jp