بسم الله الرحمن الرحيم

سرشناسه: کی‌نژاد، محمدعلی، ۱۳۲۹
عنـوان و نام پدیدآور: تولید علم و فناوری در کشور(جریان‌شناسـی، توانمندی‌ها و آسیب‌شناسـی)/محمدعلی کی‌نـژاد، غلامرضا بصیرنیا؛ [تهیه‌کننده] دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
مشخصات نشر: تهران: راه‌دان، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری: ۳۰۰ ص.: جدول، نمودار؛ ۱۴/۵ ۲۱/۵ س‌م.
شابک: ۵۵۰۰۰ ریال: 978-600-5950-15-1
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۹۳.
موضوع: سیاست علمی -- ایران -- آینده‌نگری
موضوع: تکنولوژی -- ایران -- آینده‌نگری
شناسه افزوده: بصیرنیا، غلامرضا، ۱۳۵۷-
شناسه افزوده: شورای عالی انقلاب فرهنگی. دبیرخانه
رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۹ ۹ ک ۹ الف / ۱۲۷ Q
رده‌بندی دیویی: ۳۰۳/۴۸۳۰۹۵۵
شماره: ۲۲۱۳۷۹۰
کتابشناسی ملی

تقدیم به شهدای انقلاب اسلامی دفاع مقدس،
به‌ویژه شهدای دانشجو و دانش‌آموختهٔ دانشگاه
تبریز و سرلشکر شهید مهندس مهدی باکری

# تولید علم و فناوری در کشور

## (جریان شناسی، توانمندی‌ها و آسیب‌شناسی)

محمدعلی کی‌نژاد
غلامرضا بصیرنیا

**عنوان: تولید علم و فناری در کشور(جریان‌شناسی، توانمندی‌ها و آسیب‌شناسی)**

محققین: محمدعلی کی‌نژاد، غلامرضا بصیرنیا

چاپ اول/ زمستان ۸۹

قیمت: ۵۵۰۰۰ ریال

شابک: ۱-۱۵-۵۹۵۰-۶۰۰-۹۷۸

ناشر: راه‌دان

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

هماهنگی امور چاپ: انتشارات دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی

آدرس پستی: تهران، خ انقلاب، خ فلسطین شمالی، پلاک ۳۰۹. انتشارات دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی

تلفن: ۵ - ۶۶۴۶۸۲۷۱

نمابر: ۶۶۹۷۴۵۳۷

آدرس پایگاه الکترونیکی: www.iranculture.com

آدرس پست الکترونیکی: nashr@iranculture.info

کلیه حقوق این اثر برای دبیرخانه شورایعالی انقلاب فرهنگی محفوظ می‌باشد.

## فهرست


| | |
|---|---|
| دیباچه | ۷ |
| مقدمه | ۹ |
| ۱. مفهوم‌شناسی | ۱۳ |
| ۲. جریان‌های فکری تولید علم و فناوری | ۱۹ |
| ۳. جریان‌شناسی سیاست‌های علم و فناوری در برنامه‌های توسعه‌ای کشور | ۲۷ |
| ۴. الزامات و بسترهای قانونی تولید علم و فناوری | ۴۹ |
| ۵. بررسی و ارزیابی وضعیت شاخص‌های علمی کشور | ۷۷ |
| ۶. بررسی و ارزیابی وضعیت فناوری‌های برتر کشور | ۱۱۹ |
| ۷. آینده‌نگری فناوری‌های برتر | ۲۲۷ |
| ۸. آسیب‌شناسی نظام تولید علم و فناوری کشور و راهکارهای توسعه آن | ۲۶۵ |
| سخن آخر | ۲۹۳ |
| فهرست جداول و نمودارها | ۲۹۷ |
| منابع | ۳۰۱ |

# دیباچه

امروزه در کشور، توسعه علم و فناوری و دستیابی به فناوری پیشرفته یک سرمایه‌گذاری بلندمدت محسوب می‌شود؛ چرا که افزایش نرخ رشد اقتصادی و دستیابی به توسعه پایدار با حمایت و پشتیبانی از پیشرفت علم و توسعه فناوری به دست می‌آید.

بنابراین علم، پژوهش و فناوری که به منزله بستر اصلی توسعه، باید مورد توجه ویژه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشورها قرار گیرد. این نوع سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در یک ارتباط تعاملی با دولت به عنوان حمایت‌کننده، دانشگاه‌ها به عنوان تولیدکننده و صنعت به عنوان بهره‌برداری‌کننده از علم و فناوری قابل انجام است.

با توجه به حرکت شتابان و رو به رشد جامعه جهانی و شکاف موجود بین کشورها در میزان دسترسی به علم و فناوری، بی‌تردید آینده متعلق به کشورهایی خواهد بود که اهداف ملی خود را بر پایه علم، تحقیق و پژوهش تنظیم می‌کنند و با ایجاد تحولات مؤثر در حوزه علم و فناوری، کارآیی نهاده‌ها و عوامل تولید را بالا برده در نتیجه می‌توانند با منابع کمتر، بهره بیشتری به دست آورند. برای این منظور، رصد تحولات ناشی از نفوذ علم و فناوری در دنیای امروز و ریشه‌یابی چالش‌ها و موانع موجود در حوزه علم و فناوری به صورت دوره‌ای برای ایجاد تحول مؤثر به وسیله سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان ضروری است.

به دلیل اهمیت این موضوع در توسعه کشور و تأکیدات مقام معظم رهبری در این رابطه و مأموریتی که در این زمینه از طرف ایشان به شورای عالی انقلاب فرهنگی واگذار شد، کمیسیون علمی - پژوهشی جنبش نرم‌افزاری و تولید علم شورای عالی انقلاب فرهنگی در آذرماه ۱۳۸۴، در دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی تشکیل شد تا با پیش‌برد مرزهای علمی کشور به سمت استفاده هوشمندانه از یافته‌های علمی مغرب زمین و طرح ایده‌های نوین در مباحث علمی، ایران هم به عنوان تولیدکننده علم و فناوری مطرح شود. این کمیسیون برای نیل به این هدف و براساس تقسیم‌کاری در شورای عالی انقلاب فرهنگی، بر حوزه علوم پایه و به‌ویژه شش فناوری استراتژیک یعنی؛ فناوری نانو، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات، هوافضا، زیست‌محیطی و علوم شناختی متمرکز شد.

این کتاب مجموعه‌ای است که درباره وضعیت این فناوری‌ها و نهضت تولید علم در کشور نگاشته شده و در آن تلاش شده است تا با رصد تحولات در حوزه علم و فناوری، تلاش نهادهای اصلی سیاست‌گذار و قانون‌گذار برای توسعه علم و فناوری را بیان و با ریشه‌یابی چالش‌ها و موانع موجود در این زمینه، نمایی از وضعیت تولید علم و فناوری در کشور را ترسیم کند.

**دکتر محمدرضا مخبر دزفولی**
**دبیر شورای عالی انقلاب فرهنگی**

## مقـدمــه

انقلاب اسلامی ایران به عنوان انقلابی دینی با رهبری امام بزرگوار(ره) و مشارکت مردمی در بهمن ۱۳۵۷، افق جدیدی را برای بنیان‌گذاری تمدن نوین اسلامی فرا روی مردم مسلمان ایران گشود. این انقلاب از نخستین روزهای پیروزی، با توطئه‌های پیچیده دشمنان داخلی و خارجی روبرو شد؛ به نحوی که امکان برنامه‌ریزی دقیق برای بنیان‌گذاری یک تمدن نوین اسلامی را سلب کرد و با تحمیل جنگ خارجی و درگیری داخلی با پشتیبانی قدرت‌های استکباری، منابع کشور را برای یک دهه به رفع این گرفتاری‌ها اختصاص داد. در واقع بخش عمده سال‌های دهه اول پس از پیروزی انقلاب اسلامی، صرف دفاع از تمامیت ارضی کشور و رفع فتنه‌های داخلی بیگانگان شد. توان و منابع کشور در دهه دوم صرف بازسازی و جبران خسارات ناشی از جنگ گردید و در عمل، رفع این گرفتاری‌ها معضلات امکان راه‌اندازی چرخه تولید علم و فناوری نیز در کشور سلب کرد. هرچند بازگشایی دانشگاه‌ها پس از انقلاب فرهنگی و تربیت نیروی انسانی متخصص و گسترش دوره‌های تحصیلات تکمیلی و تخصیص اعتبارات ارزی و ریالی مناسب به دانشگاه‌ها و مراکز علمی، چرخ پژوهش را در کشور به حرکت درآورد، اما با وجود این، هنوز زمینه برای تولید علم و فناوری و ایجاد جنبش نرم‌افزاری در این حوزه فراهم نشد و عمده منابع و توان کشور صرف تربیت نیروی انسانی به عنوان بستر اصلی تولید علم و فناوری متمرکز گردید. بنابراین در دو دهه اول انقلاب، رویکرد اصلی دانشگاه‌های کشور به عنوان مراکز اصلی تولید علم در کنار حوزه‌های علمیه مربوط به کمیت بود طوری که این امر باعث رفع وابستگی علمی در حوزه نیروی انسانی متخصص شود.

با تغییر مؤلفه‌های قدرت در نظام جهانی و تعیین جایگاه کشورها براساس میزان دستیابی به علم و فناوری، در دهه سوم انقلاب با توجه به رفع بسیاری از مشکلات دو دهه اول و فراهم شدن بسترهای لازم، توجه به تولید علم و فناوری برای کسب جایگاه بالاتر در میان سایر کشورها در رأس برنامه‌های کشور قرار گرفت. با توجه به

این امر که برخورداری از روش‌ها، نظریه‌ها و اندیشه‌های جدید و دستیابی به علوم و فناوری‌های برتر، کلید حل مشکلات و حرکت سریع به سمت رفع تهدیدات و استفاده از فرصت‌ها می‌باشد و ازآن جایی که سایر رقبا در نظام بین‌الملل نیز به این مهم توجه کرده‌اند، ضرورت توجه به تولید علم و فناوری به شدت احساس می‌شد. بر این اساس گسترش تحقیق و پژوهش، حرکت در مرزهای دانش و تولید علم و فناوری مبنای برنامه‌های توسعه‌ای کشور قرار گرفت.

انقلاب اسلامی برای تحقق آرمان‌های خود و تشکیل تمدن نوین اسلامی نیاز به سازوکارهای هماهنگ و مناسب با مبانی فکری خود برای ایجاد ساختار تمدنی دارد. لذا طرح موضوع جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم و فناوری از طرف مقام معظم رهبری در دهه سوم انقلاب را می‌توان در همین راستا و در جهت دستیابی به اهداف انقلاب اسلامی دنبال کرد. محصول نهایی این نهضت، ارائه الگویی جدید در ترکیب دین و شیوه‌های مدیریتی برای اداره امور است. از این رو جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم و فناوری را باید به عنوان بستر مناسبی برای دستیابی به تمدن نوین اسلامی در جهت هدف اصلی انقلاب اسلامی دانست.

با توجه به سوابق طولانی مؤلف در عضویت و دبیری شورای عالی انقلاب فرهنگی و نیز عضویت در هیئت حمایت از کرسی‌های نظریه‌پردازی، هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی کشور، شورای پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، و ریاست شورای علمی و پژوهشی جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم و همچنین شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی در شورای عالی انقلاب فرهنگی و نیز نظر به سابقه بیش از بیست سال ریاست دانشگاه و اینکه از نزدیک در جریان فرایند رشد و تولید علم و فناوری در کشور بوده‌ام؛ اینجانب را بر آن داشت تا به بررسی جریان‌شناسی، توانمندی‌ها وآسیب‌شناسی فعالیت‌های مختلف برای تولید علم و فناوری پرداخته می‌شود. در این تحقیق تلاش شده است تا تمام فعالیت‌هایی که به ترتیب در دوره زمانی مورد بررسی برای تولید علم و فناوری یا تحت عنوان جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم و فناوری در کشور انجام شده است، مورد بررسی قرار گیرد تا با جریان‌شناسی تولید علم و فناوری آن و ارزیابی توانمندی‌ها، آسیب‌شناسی نظام تولید علم و فناوری، راهکارهای توسعه آن ارائه شود.

به این منظور پس از ارائه یک چارچوب مفهومی از علم و تولید آن، جریان‌های مختلف فکری در مورد امکان‌پذیری تولید علم و فناوری و جریان شناسی سیاست‌های علم و فناوری در برنامه‌های توسعه‌ای کشور بررسی شده است. در ادامه، بسترها و الزامات راه‌اندازی نهضت تولید علم و فناوری مرور شده و فعالیت نهادها و دستگاه‌های قانونگذار و سیاست‌گذار برای بسترسازی رشد تولید علم و فناوری در کشور تشریح شده است. بررسی وضعیت شاخص‌های تولید علم در کشور و فناوری‌های برتر و دستاوردهای کشور در این زمینه و نیز آینده‌نگری این فناوری‌ها در سه فصل پیاپی بیان شده است. در فصل پایانی نیز به آسیب‌شناسی روند تولید علم و ارائه راهکارهای تسریع در تولید آن در کشور اشاره شده است.

در اینجا از زحمات آقایان سرکار، دبیر محترم ستاد نانو فناوری، دکتر لطفی دبیر محترم شورای عالی زیست‌فناوری، حجت‌الاسلام والمسلمین دکتر حمید شهریاری دبیر محترم شورای عالی اطلاع‌رسانی، مهندس ریاضی دبیر محترم شورای عالی فناوری اطلاعات، دکتر خرازی رئیس پژوهشکده علوم شناختی، دکتر علی محمد شاعری قائم مقام رئیس و معاون برنامه‌ریزی، توسعه مدیریت و منابع سازمان حفاظت محیط‌زیست، که در جمع‌آوری مطالب مربوط به این فناوری‌ها همکاری کردند و همچنین از آقایان دکترعطا ا... عباسی، یاشار سرباز و فرشید فرنود احمدی که با مطالعه مجموعه و اعمال اصلاحات لازم در غنی شدن این مجموعه تلاش کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

در پایان از صاحبنظران و محققین گرامی درخواست می‌شود که با تذکرات خود اشکالات و نواقص کار را به ما یادآوری نمایند.

دکتر محمدعلی کی‌نژاد

# ۱
# مفهوم شناسی

بررسی وضعیت تولید علم و فناوری و جریان شناسی آن در کشور نیازمند ارائه یک چارچوب مفهومی از مفاهیمی می باشد که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای بحث و بررسی در این زمینه ابتدا به مفهوم شناسی علم و تولید علم می‌پردازیم.

**۱-۱. مفهوم و چیستی علم**

در پاسخ به این پرسش که علم چیست، در ادبیات فلسفه علم، دو معنا وجود دارد. معنای اصلی و نخستین علم، دانستن در برابر ندانستن است. به همه دانستنی‌ها، صرف‌نظر از نوع آنها، علم می‌گویند و عالم، کسی را می‌گویند که جاهل نیست. مطابق این معنا، اخلاق، ریاضیات، فقه، دستور زبان، مذهب، زیست شناسی و نجوم همه علم‌اند و هرکس یک یا چند رشته از آنها را بداند، عالم دانسته می‌شود. در این معنا، علم در برابر جهل قرار می‌گیرد (تدوین راهبردهای تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۶: ۲۲). به این ترتیب هر معرفتی علم محسوب می‌شود. کلمه Knowledge در زبان انگلیسی و Conaissance در فرانسه معادل این معنای علم می‌باشد.

مفهوم علم در معنای دوّم که در چند قرن اخیر مرسوم شده است، منحصراً به دانستنی‌هایی اتلاق می‌شود که تجربه مستقیم حسی در داوری یا گردآوری‌شان دخیل باشد. علم در اینجا در برابر جهل قرار نمی‌گیرد، بلکه در برابر همه دانستنی‌هایی قرار می‌گیرد که آزمون‌پذیر نیستند. کلمه Science در زبان انگلیسی، معادل این معنای علم می‌باشد. (غلامی و بابازاده،۱۳۸۴). اخلاق (دانش خوبی‌ها و بدی‌ها)،

متافیزیک (دانش احکام و عوارض مطلق هستی)، عرفان (تجارب درونی و شخصی)، منطق (ابزار هدایت فکر)، فقه، اصول، بلاغت و... همه بیرون از دایره علم - به معنای دوم آن - قرار می‌گیرند و همه به این معنا، غیرعلمی‌اند. علم در این معنا بخشی از علم به معنای اول را تشکیل می‌دهد و به سخن دیگر، علم تجربی یکی از انواع دانستنی‌هایی است که در اختیار بشر قرار می‌گیرد. رشد علم به معنای دوم از آغاز دوره رنسانس به بعد است، در حالی‌که علم به معنایِ مطلقِ آگاهی (معنای اول) تولدش با تولد بشریت آغاز شده است. (ملکی فر و طباطَبایی‌ان، ۱۳۸۰: ۳)

هر یک از تعاریف فوق که مدنظر قرار گیرند، ماحصل آن برای درک پدیده‌های طبیعی و نظام اجتماعی قابل استفاده می‌باشد. اگر ما علم را در معنای کلی آن مدنظر قرار دهیم؛ در این مفهوم علم بر هر نوع آگاهی نسبت به اشیاء، پدیده‌ها، روابط و... اتلاق می‌شود، اعم از آنکه در حوزه جهان مادی قرار داشته باشد یا مربوط به عالم معنا و ماوراءالطبیعه باشد. با این مفهوم، می‌توان علم بشر را مجموعه آگاهی‌ها، دانش‌ها و معلوماتی دانست که تاکنون نسبت به دنیای مادی و عالم معنا پیدا کرده است و چون آگاهی‌ها و دایره شناخت بشر افزایش می‌یابد، بنابراین علم او نیز دائماً درحال تولید است. یونسکو نیز با رویکرد کلان به علم، هیچ شاخه‌ای از دانش (حتی علوم اجتماعی) را از شمول واژه علم مستثنی نکرده است. ما هم در این نوشتار مفهوم علم را به معنای کلی آن مد نظر قرار می‌دهیم.

**۲-۱. مفهوم و چیستی نهضت تولید علم**

اندیشمندان علوم اجتماعی و علوم انسانی در نظریه‌پردازی از تمثیل‌های حوزه‌ای، برای حوزه دیگر استفاده می‌کنند. نظریه‌پردازان از طبیعت برای توضیح امور جامعه و از جامعه برای توضیح طبیعت الگوبرداری می‌کنند. هرچه انسان‌ها خلاقیت خود را بیشتر به‌کار می‌گیرند و فناوری و ابزارهای جدیدی می‌سازند، به همان اندازه از مفاهیم نوینی برای بیان مقصود و نظریه خود بهره می‌برند. مفاهیمی مانند زیربنا، روبنا، فونداسیون، ارگانیک و... از جمله مفاهیم حوزه‌های مهندسی و پزشکی برای بیان مقصود در حوزه علوم اجتماعی بوده‌اند (بصیرنیا،۱۳۸۵). مفهوم نهضت تولید علم و فناوری که در چند سال اخیر به کرات مورد استفاده قرار گرفته است، از این دسته از مفاهیم است. این مفاهیم که در یک حوزه خاصی به‌وجود آمده و کاربرد داشتند به حوزه‌های دیگر راه یافتند و از باب استعاره و مجازگویی مورد استعمال قرار گرفتند تا جایی که در حوزه‌های دیگر به صورت مفاهیم جدیدی درآمدند.

اصطلاح نهضت، معمولاً در جایی به‌کار می‌رود که آن جامعه گرفتار رکود، سکون است. بنابراین نهضت یک نوع حرکت مستمر است. ترکیب تولید علم نیز که حالت مضاف و مضاف‌الیه دارد، می‌تواند به معنای تبدیل مجهول به معلوم باشد؛ اما باید توجه داشت که مراد از علم در اینجا واحد علمی نیست؛ مانند آنچه در معادلات ریاضی وجود دارد. در فرایند تولید علم و نظریه‌پردازی، موضوع، واحدهای علمی یا تک‌گزاره‌های علمی نیست؛ بلکه منظور، یک شاخه علمی جدید است. وقتی می‌گوییم تولید علم، مراد چنین تولیداتی است، مثل تولید اصول فقه که علمای شریعت، آن را فهم بهتر مراد شارع تأسیس کردند. تولید علم به معنای نظریه‌پردازی و دانش‌افزایی با استفاده از روش‌شناسی علمی و رسیدن به اندیشه‌های ناب و جدید است (تدوین راهبردهای تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۶: ۲۸). در این معنا تولید علم، موضوع جامعی است که تمام رشته‌های علمی اعم از علوم انسانی، اجتماعی، هنر، مهندسی، پایه، کشاورزی و پزشکی و... را در بر می‌گیرد.

فرایند این نوع از تولید با بررسی ادبیات موضوع شروع و در نهایت با خلاقیت و ارائه حداقل یک نوآوری به اتمام می‌رسد. این نوآوری یک نظریه کلی نیست؛ بلکه دارای یک یا چند مورد جزئی است. به عبارت دیگر، در صورت افزایش چند نکته جدید در یافته‌های علمی بشر، به‌وسیله یک پژوهشگر تولید علمی رخ داده است (پیش‌نویس سند توسعه علمی کشور، ۱۳۸۵: ۱۷-۱۶).

ویژگی‌های تولید علم در جهان معاصر با هزاره‌های گذشته تفاوت‌های مشهودی دارد؛ تولید علم، به معنای آموزش، تدریس و تعلیم و تعلم نیست. چرا که این فرایندها، قرن‌ها در جوامع دیگر و کشور خودمان هم وجود داشته است. دانشگاه از سال ۱۳۱۳ به سبک جدید تأسیس شد؛ ولی قبل از آن نیز در کشور مراکز علمی وجود داشت. فرایند تعلیم و تربیت در حقیقت در اینجا نقش سخت‌افزاری را ایفا می‌کند که ماحصل آن تولید علم به اشکال گوناگون است که نقش نرم‌افزار را دارد. در واقع نهضت تولید علم، یک فرایند خاص است که، فرایند آموزشی و علمی مجامع حوزوی و دانشگاهی را نتیجه‌گرا و محصول محور می‌کند و با یک حرکت علمی- اجتماعی به تزریق دو رکن مهم روحیه علمی و نظام سامانمند علمی می‌پردازد.

این نهضت که از نوع نرم‌افزاری است، مقدمه ایجاد سخت‌افزاری به نام «تمدن» است. «نهضت تولید علم» مقدمه‌ای برای تحقق «تمدن نوین اسلامی» است. اینکه چرا برای «تمدن‌اسلامی» از واژه «سخت‌افزار» کمک گرفته‌ایم، به این دلیل است که تمدن همان تجسم عینی فرهنگ، آرمان‌ها و ارزش‌های جامعه

است و به تعبیری کالبد و شکل فیزیکی و عینی آنهاست. پس اگر «نهضت تولید علم» را فرایندی دانستیم که مدعی قدرت تمدن‌سازی و قدرتِ مهندسی تمدنِ اسلامی است، نوعی بسترسازی و زمینه‌سازی هم مورد نیاز است و این ادعا جنبش و خیزش و نهضتی فراگیر را به جای تلاش موضعی یا انفرادی و قائم به افراد می‌طلبد(غلامی و بابازاده،۱۳۸۴).

از اینجا کاربرد واژه «نهضت» در ترکیب «نهضت تولید علم» معنا می‌یابد، زیرا «نهضت تولید علم» مدعی است که باید یک خیزش جدید و فراخوان عمومی در نسل آماده و آشنا به فرهنگ انقلاب آغاز شود و تأکید در به‌کارگیری لفظ نهضت هم به‌خاطر همین نکته است که این ایده نباید تنها در لایه نخبگان و اساتید حوزه و دانشگاه بماند. این مطالبات باید در سطح بدنه حوزه و دانشگاه مطرح شوند(غلامی و بابازاده،۱۳۸۴). بنابراین نهضت تولید علم و فناوری در حقیقت، خواست عمومی و خیزش نخبگان برای تحقق آرمان‌های انقلاب و ایجاد تمدن نوین اسلامی از طریق بازشناسی، بازسازی و ایجاد و توسعه ظرفیت‌های علمی کشور است.

در جهان معاصر، یک فرد یا پژوهشگر به تنهایی نمی‌تواند تولید علم کند، بلکه عامل اصلی تولید علمی، «جوامع علمی» هستند. جوامع علمی به صورت حقیقی و مجازی می‌توانند ایجاد شوند. این جوامع به صورت حقیقی به شکل انجمن‌ها و تشکل‌های علمی دولتی و خصوصی، و به صورت مجازی در همایش‌ها و مجلات علمی و گروه‌های تخصصی می‌توانند شکل بگیرند. در صورتی که هر دو نوع از جوامع علمی به اندازه کافی در کشوری وجود داشته باشند، می‌توان به‌طور طبیعی انتظار تولید علم داشت. در جهان معاصر، تولید علم و فناوری فعالیت یک پژوهشگر نیست؛ بلکه از تعامل پژوهشگران و تضارب افکار و آراء شکل می‌گیرد. این ویژگی با ارتباطات سهل و آسان و متعدد میان پژوهشگران و یافته‌های پژوهشی و مستندات علمی در دهه اخیر به شدت تقویت شده است و به همین دلیل تولید علم و فناوری در جهان امروز به شکل تصاعد - هندسی رو به افزایش است. اگر در طول زمان تک یافته‌های پژوهشگران متفاوت و متعدد در یک موضوع تخصصی با تعامل و تضارب افکار همراه شود، به تولید یک نظریه علمی منجر می‌شود. بنابراین «نظریه علمی»، حاصل مجموعه‌ای از تک‌تولیدات علمی پژوهشگران متعدد است که در طول زمان به‌وسیله جامعه علمی مربوطه مورد بررسی، نقد و تکامل قرار گرفته و حداکثر به نام یک پژوهشگر پیشتاز ثبت می‌گردد(پیش‌نویس سند توسعه علمی کشور، ۱۳۸۵: ۱۷-۱۶). بنابراین تولید علم، دانش رقابتی است که در سطح جهانی قابل طرح، تئوری‌پردازی و دفاع باشد؛ کاربردی باشد و در مجلات علمی - پژوهشی معتبر داخلی و خارجی قابل

طرح باشد و رویکردی نیز به دانش عملی داشته باشد (افروزی نیا، ۱۳۸۴).
مقام معظم رهبری در زمینه تولید علم می‌فرمایند: «تولید علم یعنی رفتن از راه‌هایی که به نظر، راه‌های نارفته‌ای است... در این دنیای عظیم و در این طبیعت بزرگ، ناشناخته‌های فراوانی وجود دارد که دانش پیشرفته امروز هنوز به آنها دست نیافته است. ناشناخته‌ها بسیار فراوان است و به گمان زیاد به مراتب بیشتر از چیزهایی است که بشر تاکنون به آنها دست یافته است. باید دقت کنیم، فکرکنیم و به دنبال کشف ناشناخته‌ها باشیم»(بیانات مقام معظم رهبری در دیدار با اساتید دانشگاه‌ها ۱۳۸۲/۲/۲۲). ایشان بر شکستن مرزهای علمی تأکید و می‌فرمایند:«تولید علم یعنی شکستن مرزهای علم و پیشرفت کردن - با تحصیل علم و تبحر در علم تفاوت دارد؛ ما اولی را نیاز داریم. نه اینکه به دومی نیاز نیست، اما دومی کافی نیست» (بیانات مقام معظم رهبری در دیدار با اساتید دانشگاه‌ها ۱۳۸۳/۹/۲۶).
با توجه به موارد فوق تولید علم و فناوری ناظر بر فرآیندی تجمعی و ترکیبی، عمیق و پیچیده از تولیدات منفرد، متعدد و کثیری است که به‌وسیله محققان، پژوهشگران و مراکز علمی و تحقیقاتی کشور انجام می‌شود و در نهایت منجر به تولید نظریه‌های جدید و رشد علمی و فناوری کشور شده و به ارتقاء جایگاه کشور در عرصه بین‌المللی می‌انجامد.
این نهضت، جریان علم را از ایده تا کاربرد نهایی و تولید ثروت و بکار گرفته شدن دانش در سطوح مدیریتی و سیاست‌گذاری علمی شامل می‌شود. کتاب، مقاله، اختراع و اکتشاف که پس از داوری به چاپ و ثبت می‌رسند، همچنین دستاوردهایی که در زمینه تولید محصولات با استفاده از فناوری‌های برتر تولید می‌شوند، همه از مصادیق تولید علم و فناوری دانسته می‌شوند.
اگرچه نهضت تولید علم و فناوری، بیشتر شکستن مرزهای علمی و قدرتی و ترسیم افق‌های جدید علمی برای کشور را دربر می‌گیرد، ولی به معنای نفی نیاز به نهضت انتقال، اشاعه، و جذب علم و فناوری نیست؛ به عبارت دیگر ارتباط نهضت تولید علم و فناوری با نهضت ترجمه، انتقال، اشاعه و جذب علم و فناری به گونه‌ای در هم پیچیده است که بدون وجود نهضت‌های دیگر، نهضت تولید علم و فناوری معنادار نیست و اتفاق نخواهد افتاد (پیش‌نویس سند توسعه علمی کشور، ۱۳۸۵: ۲۱-۱۹) و در واقع این نهضت‌ها تکمیل‌کننده یکدیگرند.

۲

# جریـــان‌های فکری تولید علم و فناوری

در زمینه تولید علم و فناوری، در کنار جریان فکری که معتقد به این نهضت است و بر امکان‌پذیری آن تأکید دارد، کسانی نیز ایجاد چنین نهضتی را امکان‌پذیر نمی‌دانند و با رد هرگونه امکان تولید علم و فناوری، ورود به این حوزه برای تولید علم و فناوری ایرانی را رد می‌کنند. برای شناخت بهتر مبانی فکری نهضت تولید علم و فناوری، در این فصل به شناسایی جریان‌های فکری مطرح در جامعه پیرامون نهضت تولید علم و فناوری می‌پردازیم و در این راستا دو جریان فکری انفعالی و فعال را مورد مطالعه قرار داده و دیدگاه‌های این دو جریان را به صورت مجزا بررسی می‌کنیم.

**۱-۲. جریان فکری انفعالی**

پیش فرض جریان اول، در زمینه تولید علم و فناوری، عبارت از «امتناع» است. سخن اصلی طرفداران این جریان فکری در تحلیل مسائل اجتماعی و حوزه تولید علم، اندیشه و فکر ایرانی، این است که در وضعیت و شرایط جدید و مؤلفه‌های ساختاری فعلی، امکان پیشرفت وجود ندارد و هیچ کاری نمی‌توان انجام داد و هر هزینه‌ای متحمل شود، به نتیجه‌ای نخواهد رسید. این جریان معتقد است که حتی اگر چیزی هم وجود داشته باشد، باید آن را تخریب کرد تا انتقال وضعیت بیرونی به داخل ممکن شود. این نظریه می‌گویدکه اصلاً ما

چیزی نیستیم و چیزی را هم نمی‌سازیم و نمی‌توانیم بسازیم (آزاد ارامکی).
براساس این جریان فکری در مسئله فناوری باید یکی از کشورهای توسعه یافته یا مجموعه‌ای از کشورهای توسعه‌یافته را به عنوان سرمشق خود در توسعه فناوری قرار داد و از شیوه‌های آن کشور توسعه یافته - که توانسته است به فناوری‌های برتر دست یابد- استفاده کنیم تا در یک بازه زمانی کوتاه به قابلیت‌هایی که کشوری مانند ژاپن هم‌اکنون برخوردار است، دست یافت.
استدلالی که ممکن است معتقدین به این دیدگاه به آن تمسک جویند، این است که اولاً شکاف بین کشورهای توسعه‌یافته و توسعه‌نیافته به حدی است که نمی‌توان از نقطه آغازین شروع کرد و می‌بایست حداکثر بهره‌برداری را از ظرفیت‌های موجود به‌عمل آورد. ثانیاً دستیابی به فناوری‌های نوین محتاج هزینه‌های هنگفتی است که کشورهای فقیر از عهده سرمایه‌گذاری در این زمینه برنمی‌آیند. ثالثاً راهی که کشورهای توسعه‌یافته پیموده‌اند، یک راه تجربه شده و عملی است. افت و خیزها، و مشکلات و نارسایی‌هایی که در طول این مسیر با آن مواجه خواهیم گشت آزمایش شده و راه‌حل‌های آن مشخص شده است. برپایه این ادله بهترین موضع در قبال علم و فناوری‌های نوین این است که یک یا چند کشور توسعه یافته را به عنوان سرمشق و الگوی خود قرار داده و به شیوه مقلدانه از راهی که آنان رفته‌اند، پیروی کرد. (مدل ارزیابی و دیدگاه‌های اساسی در فناوری، ۱۳۸۴: ۳۳۲).
در زمینه امکان تولید علم دینی نیز اساساً این جریان فکری، اعتقادی به تولید علم دینی و بومی ندارد و تنها راهکار اساسی را پیوستن به جریان علم جهانی می‌داند. از این جریان نمی‌توان توقع و انتظار هم فکری در باب تولید علم و نهضت نرم‌افزاری داشت.
به‌باور این جریان فکری، کشورهایی همچون ایران، همیشه پیرو کشورهای توسعه یافته جهان صنعتی خواهند بود و در یک چرخه از وابستگی دائمی گرفتار می‌شوند و باید روش توسعه خطی کشورهای پیشرفته امروزی را بپیمایند. ماحصل پیگیری این جریان فکری حفظ وضعیت موجود رتبه‌بندی کشورها در توسعه است و رابطه مرکز و پیرامونی کشورها تا همیشه باقی می‌ماند.

**۲-۲. جریان فکری فعال**

براساس این جریان فکری برای پیشرفت و توسعه مانعی در پیش رو نیست. این جریان معتقد است که یک تجربه جدید جهانی وجود دارد. ما بخشی از این جهان هستیم و در دویست سال اخیر تلاش‌ها و حرکت‌هایی داشته‌ایم. وضعیت قدیم ما روشن است. و در گذشته یک دوران طلایی در حوزه علمی داشته‌ایم. مشکلات ما، همگی مربوط به امروز بوده و یک موجودیت تاریخی

داریم که باید آن را به تصویر کشید. باید تاریخ اندیشه و علم خود را نوشت و گفتمان‌های متعددی در حوزه تاریخ اندیشه و علم انجام داد. وقتی به این عمل دست بزنیم و موفق شویم، محققان و استادان سرشناسی مانند کشورهای پیشرو خواهیم داشت. دانشمندان و همه کسانی که در حوزه علوم مختلف مشغول به کار و پژوهش‌اند، مانند دانشمندان کشورهای غربی، شأن و منزلت خواهند داشت؛ چون آنها هم مثل دانشمندان مشهور بین‌المللی، یک روایت تاریخی از علم ارائه می‌کنند؛ یعنی یک روایت تاریخی از علم را فراهم کرده که به آنها امکان می‌دهد بتوانند سهمی در جابه‌جایی عناصر جهانی و ساختن وضعیت جهان معاصر داشته باشند (آزاد ارامکی).

در زمینه فناوری نیز این جریان فکری معتقد است که باید به گزینش فناوری‌های برتر موجود در کشورهای توسعه‌یافته، متناسب با نیازهای داخلی، پرداخت. براساس این دیدگاه، بهترین رویه در مواجهه با فناوری‌های برتر این است که بتوان از آخرین و از پیشرفته‌ترین فناوری‌ها، بهترین استفاده را در جهت نیازمندی‌های جامعه اسلامی به عمل آورد. نکته اتکا و استدلال طرفداران این نظریه، از بعضی جهات با دیدگاه اول شباهت دارد، هرچند از روشن‌بینی و واقع‌گرایی بیشتری برخوردار است. استدلال طرفداران نظریه فوق‌الذکر این است که اولاً شروع از نقطه صفر در امر فناوری نه معقول است و نه ممکن. با پذیرش این اصل موضوعه، ما را بر این وا می‌دارد که به گزینش فناوری‌ها دست زد. ثانیاً به فرض دستیابی به فناوری‌های برتر نیز، نمی‌توان در تمام عرصه‌های فناوری، حرف اول و برتر را زد؛ بنابراین حتی در شرایطی بهتر از وضعیت موجود باید از فناوری سایر کشورها در بعضی موضوعات و جهات استفاده کرد. ثالثاً مهمترین دلیل و اندیشه طرفداران این جریان فکری این است که اصولاً فناوری «ابزار تبدیل» است و ابزار، ماهیتاً، با هیچ‌گونه نظام ارزشی خاصی عجین نیست. ماهیت ابزاری فناوری اقتضاء می‌کند که بتواند در خدمت اهداف متفاوت و حتی متضاد قرارگیرد. با این نگاه به فناوری با تفکیک فناوری‌های برتر از فرهنگ حاکم بر آن و عوامل و شرایطی که این فناوری‌ها در دامن آن متولد گشته‌اند، می‌توان از ابزارهای موجود در خدمت اهداف الهی بهره برد، بدون آنکه لطمه‌ای بر جامعه اسلامی وارد شود. رسالت کلی در این زمینه این است که در انتخاب فناوری‌های نوین به مزیت‌های نسبی کشور از نظر ظرفیت اقلیمی، جغرافیایی، نیروی انسانی و توان مهارتی جامعه توجه شود و با این توجه، به واردات فناوری پرداخته شود. براساس این دیدگاه دغدغه‌ای جدی نسبت به پیامدهای واردات فناوری وجود ندارد، به جز این‌که باید به بهترین گزینش متناسب با وضعیت انسانی

و اقلیمی و اعتقادی جامعه، دست یافت (مدل ارزیابی و دیدگاه‌های اساسی در فناوری، ۱۳۸۴: ۳۳۴). این رویکرد، دیدگاه حاکم در نظام اسلامی بوده و بررسی عملکرد نظام در سه دهه گذشته و چشم‌انداز آن نیز چنین دیدگاهی را تقویت می‌کند و به عنوان دیدگاه رسمی و غالب، طبعاً طیف وسیعی از اندیشمندان نظام؛ اعم از حوزوی و دانشگاهی و مسئولین را پوشش می‌دهد. جدای از کیفیت تحلیل‌های این جریان فکری، بیشترین طیفی که به مقوله نهضت نرم‌افزاری و تولید علم پرداخته است، همین جریان فکری می‌باشد. هر چند مبنای فکری این جریان بر ابعاد معرفت‌شناسی و دین‌شناسی خاصی استوار است که به آن اشاره خواهیم کرد؛ اما در تعریف «تولید علم» به لحاظ مفهومی نظر واحد و یکسانی در جریان فکری مطرح نشده است. گاه در تعریف واحد از «تولید علم» مناقشه پیش آمده و گاه از تولید علم، تولید شاخه علمی برداشت شده و گاه نیز به تولید علم از منظر تمدنی نگریسته شده است.

در بحث دین‌شناسی، این جریان فکری، حوزه انتظار از دین را تأمین سعادت اخروی و دنیوی می‌داند؛ اما این را که تمام موارد و احتیاجات انسانی در امور دنیوی را باید دین بیان کند، صحیح نمی‌داند؛ بلکه دین در عرصه امور دنیوی تنها به بیان احکام اجتماعی خاص و برخی از ضروریات اجتماعی اشاره دارد و تنظیم بقیه امور در چگونگی زیست دنیایی به عقل و عقلای دین، عرف جامعه دینی واگذار شده است. براساس مبانی معرفت‌شناختی، این جریان فکری معتقد به ارزش جهان‌شناختی و واقع‌نمایی علم می‌باشد و بنابراین معیار صحت در علم، کاشفیت از واقع قلمداد می‌گردد و براساس همین انطباق و عدم انطباق، علم، موصوف به صدق و کذب می‌گردد. این جریان فکری در رابطه با مقوله «علم و دین» به پذیرش توافق منطقی بین «علم و دین» می‌رسد و بر آن اساس در باب تحلیل علم دینی معتقد است که بحث علم دینی تنها در حوزه علوم انسانی طرح می‌گردد و در علوم تجربی، اسلامیَ شدن علوم معنایی ندارد. در باب اسلامی کردن علوم انسانی هم در این جریان فکری دو رویکرد کلی تهذیب علوم موجود و بومی‌سازی وجود دارد.

**الف) رویکرد تهذیب علوم:** این رویکرد معتقد است که علم موجود براساس روش‌های عقلی تولید شده و اساس دین با آن مخالفت ندارد. فقط مواردی که با آموزه‌های دینی مخالفت دارند، کنار گذاشته می‌شوند و بر آنها بافت‌های دینی افزوده می‌شود و از این طریق با تهذیب و جریان دین در بدنه علوم انسانی موجود، علوم انسانی اسلامی متولد می‌شود.

**ب) رویکرد بومی‌سازی:** این رویکرد تأکید می‌کند که علوم انسانی هر

جامعه‌ای برخاسته از فرهنگ همان جامعه است و نمی‌توان در علوم انسانی نسخه‌ای واحد پیچید و آن را برای تمام ملل و جوامع تجویز کرد. بنابراین جامعه اسلامی نیز که قطعاً فرهنگی کامل‌تر و متعالی‌تر دارد، لاجرم باید علوم انسانی متناسب با فرهنگ خود را داشته باشد. بر این اساس حکومت دینی به لحاظ شرایطی که در آن بسر می‌برد، نسبت به برخی از علوم احتیاج بیشتری دارد و باید به آن دسته از علوم که نیاز دارد، بیشتر بپردازد و سهم بیشتری برای آنها قائل باشد.

این جریان فکری در مورد جهان اسلام مدعی است که امروزه تهاجم بر اصل حیات اجتماعی اسلام، تنها در قالب نظامی صورت نمی‌گیرد؛ بلکه نفوذ غرب در همه عرصه‌های اجتماعی زندگی مسلمین اعم از فرهنگ، سیاست و اقتصاد، خطری جدی برای فرهنگ متعالی اسلامی و حتی دنیا و کلمهٔ توحید به‌شمار می‌رود. از این رو این جریان فکری، تولید علم و ایجاد مدل‌هایی هماهنگ با ارزش‌های الهی را ضرورتی تام برای حفظ فرهنگ ناب اسلامی در جامعه مسلمین می‌داند. صاحبان این دیدگاه از دیگر سو معتقدند بشر معاصر نسبت به مکاتب مادی و ایسم‌های مختلف، بی‌اعتماد شده و گرایش آنان به سمت انقلاب‌های دینی و به‌خصوص انقلاب اسلامی بسیار شده است؛ از این رو همراهان انقلاب اسلامی ایران باید الگوهای مناسب ادارهٔ یک نظام عدالت محور و دینی را به دنیا عرضه کنند تا جامعه بشری بتواند در پرتو اطاعت از خدا و تبعیت از انبیاء و اوصیای الهی به جامعه‌ای سعادتمند و به دور از استعمار و استبداد و تبعیض دست یابد(جریان‌های فکری و نهضت نرم‌افزاری). ارائه این الگو نیز در جهان کنونی تنها از طریق دستیابی به علم و فناوری و سرآمدی در این زمینه ممکن می‌باشد.

براساس این تفکر، هدف از نهضت تولید علم و فناوری، اثبات کارآمدی دین در اداره امور دنیا و ارائه الگوی ناب از نظام سیاسی با دستیابی به تمدن نوین اسلامی است. با این بیان، نهضت تولید علم و فناوری حرکت و خیزشی عمومی است که به دنبال ایجاد تحول در مفاهیم، معادلات، روش‌ها و قوانین ادارهٔ زندگی اجتماعی براساس اسلام است (ww.ipoh.ir). به عبارت دیگر نهضت تولید علم، فرآیندی است که مهندسی تمدن نوین اسلامی را نتیجه داده و تحقق آن را ممکن می‌سازد.

شاخه‌ای از این جریان فکری بر این اعتقاد است که باید در بلندمدت به سمت ایجاد فناوری‌های برتر متناسب با فرهنگ اسلامی و متناسب با حفظ اقتدار و صیانت کشور اسلامی و متناسب با نظام اقتصادی مبتنی بر مکتب اسلام حرکت کرد، به‌گونه‌ای که برآیند آن باعث عدالت اجتماعی در جامعه گردد.

این شاخه به بسترهای اجتمـاعی که فناوری برتر در آن متـولد شده‌است، توجه می‌کند، به همین دلیل پس از واردات فناوری در مواجهه با پیامدهای فناوری وارداتی به انفعال مبتلا نمی‌شود، چرا که پیامدهای آن برای این دیدگاه قابل پیش‌بینی بوده و در حد توان به ایجاد شرایطی برای مهار آثار و پیامدهای منفی آن می‌پردازد (مدل ارزیابی و دیدگاه‌های اساسی در فناوری، ۱۳۸۴: ۳۳۹). در این چارچوب فکری، فناوری صرفاً ابزاری نیست که بتوان آن را در خدمت هر هدفی قرار داد، چرا که فناوری عضوی از پیکره اجتماعی است که وقتی به یک بدن جدید پیوند می‌خورد، یا باید اعضاء دیگر آن بدن خود را با عضو جدید همراه کنند و عضو جدید را در خود بپذیرند یا در غیر این صورت، سایر اعضاء باعث تضعیف عملکرد عضو جدید خواهند شد. در چنین شرایطی، آنچه که با توجه به وابستگی و احتیاج کشورهای در حال توسعه به فناوری‌های برتر اتفاق افتاده، پس زدن فناوری‌های برتر نبوده؛ بلکه پذیرش تبعات آن و تغییر سایر اجزاء و روابط اجتماعی و محیط اجتماعی متناسب با سازوکار و فناوری برتر می‌باشد که وقوع چنین پدیده‌ای به استعمار نوین فرهنگی منجر می‌شود (مدل ارزیابی و دیدگاه‌های اساسی در فناوری، ۱۳۸۴: ۳۳۹). با این دیدگاه در دستیابی به فناوری‌های برتر، الزامی به پیمودن طریق خطی کشورهای توسعه یافته نیست؛ بلکه می‌توان در تولید علم و فناوری به طراحی محصولات جدید دست زد.

**۲-۳. جمع‌بندی**

جریان فکری منفعلانه در حوزه تولید علم و فناوری حداقل بعد از انقلاب اسلامی در کشور ما از طرفداران قابل توجهی برخوردار نیست؛ چرا که مسئولین کشوری و محققان، پژوهشگران و اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی با اعتماد به نفس، معتقد به توانایی‌ها و پتانسیل‌های کشور برای رشد و توسعه همه‌جانبه بوده و به دنبال تحقق آرمان‌های انقلاب هستند و این اعتقاد، آنان را ملزم می‌کند که از تبعیت مقلدانه نسبت به روند مدرنیته و دیدگاه خطی در مباحث توسعه اجتناب ورزند. ما نیز به شرح و بسط این دیدگاه نپرداخته و به دلیل روشن بودن نقاط ضعف جدی این دیدگاه از تفصیل آن خودداری کردیم. واضح است که تبعیت از چنین دیدگاهی سرانجامی جز وابستگی روزافزون و ادامه فرآیند مرکز و پیرامونی در پی نخواهد داشت.

براساس دیدگاه دوم نمی‌باید و نمی‌توان فناوری‌های وارداتی را به دور ریخت و توانایی نسبی‌ای را که بواسطه فناوری‌های وارداتی پدید آمده است، نادیده گرفت. همچنین نمی‌توان در آینده از انتقال، اشاعه، و جذب علم و فناوری و

گزینش آن خود را مبرا ساخت. در دیدگاه دوم در عین تأکید بر تداوم انتقال، اشاعه و جذب علم و فناوری، بیشتر بر تولید علم و فناوری و شکستن مرزهای علمی تأکید می‌گردد. این دیدگاه دو فرآیند مذکور را مکمل یکدیگر و در جهت رشد و توسعه کشور می‌داند و معتقد است که باید در یک روند این دو مرحله را پشت سرنهاد و به مرحله‌ای رسید که به ابزارهای تولید متناسب با نیازمندی‌ها، با اهداف و با بافت اجتماعی جامعه اسلامی دست یافت و به الگویی برای سایر کشورها جهت دستیابی به رشد و توسعه همه‌جانبه تبدیل شد. این دیدگاه با بنیاد اندیشه تولید علم و فناوری در کشور در دوران بعد از انقلاب اسلامی هماهنگی بسیاری دارد. براساس این دیدگاه است که شاهد ارتقاء جایگاه کشور در حوزه شاخص‌های تولید علم و فناوری و کسب دستاوردهای عظیم در حوزه فناوری‌های برتر هستیم.

در ادامه این نوشتار با توجه به اهمیت تولید علم و فناوری برای توسعه کشور در ابعاد مختلف، و زیربنایی بودن بحث تولید علم و فناوری در مباحث توسعه، به بررسی رابطه توسعه و تولید علم و فناوری براساس دیدگاه‌های کلان مطرح در این حوزه و تبیین راهبردی هماهنگ با تولید علم و فناوری خواهیم پرداخت.

بررسی ویژگی‌ها، ابعاد و شاخص‌های توسعه بیانگر آن است که اصولاً توسعه فرایندی هدفدار است که به‌وسیله انسان آغاز شده و هدف آن بهبودی شرایط زندگی برای تمام افراد جامعه می‌باشد. نقش اصلی را در فرایند دستیابی به توسعه، علم و فناوری جدید ایفا می‌کند. برای تعیین جایگاه تولید علم و فناوری در فرایند توسعه باید ابعاد و شاخص‌های مختلف توسعه در نظر گرفته شود و آنگاه سهم تولید علم و فناوری در پیشرفت و ارتقاء آنها بررسی شود. اساسی‌ترین بعد توسعه، رشد اقتصادی و تولید ناخالص ملی است که مشتمل بر ارزش کل کالاها و خدمات تولید شده یک کشور در طی یکسال می‌باشد (مشاوران یونسکو، ۱۳۶۹: ۲۳).

۳

# جـریان‌شناســی سیاست‌های علم و فناوری در برنامه‌های توسعه‌ای کشور

هر میزان که در یک کشور علم و فناوری تولید شود به همان اندازه ارزش کالا و خدمات افزایش یافته و در نتیجه تولید ناخالص ملی نیز سیر صعودی را طی می‌کند. در حقیقت تولید علم، توان و قابلیت فرد را در مراحل تولید افزون ساخته، سبب گسترش ظرفیت تولید و رشد اقتصادی می‌گردد و از جنبه اجتماعی نیز موجب افزایش درآمد، توزیع عادلانه‌تر ثروت، رفاه عمومی، افزایش طول عمر انسان‌ها، کاهش مرگ و میر و افزایش امید به زندگی می‌شود.

در هر جامعه‌ای سه بخش صنعت، کشاورزی و خدمات، محور فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی را تشکیل می‌دهند. ارتقاء سطح فناوری و مکانیزه کردن این بخش‌ها سبب تسریع روند توسعه جامعه می‌گردد. انتظار جامعه از توسعه نظام آموزشی دستیابی به نیروی انسانی تربیت شده برای اداره کشور و تولید ثروت از طریق تجاری‌سازی علم و فناوری و توسعه همه‌جانبه کشور است. بنابراین نظام آموزشی به عنوان منبع بسیار مهم تولید علم و فناوری نقش مهمی در فرایند توسعه درون‌زا در یک کشور ایفا می‌کنند(گلابی، ۱۳۷۰). علم و فناوری نیز به نوبه خود شرایط لازم تحقیقات علمی را بیش از پیش فراهم می‌کند و در عین حال روابط متقابل علم و فناوری تکامل یافته و توسعه اقتصادی- اجتماعی تحقق می‌پذیرد. به‌عنوان نمونه، مطالعه روند شکل‌گیری فرایند توسعه در کشورهای صنعتی مؤید این امر است که رشد و توسعه اقتصادی- اجتماعی و تکامل اقتصاد

صنعتی آنها بدون رشد و توسعه علمی و فنی و به‌خصوص انقلاب‌های علمی، نوآوری‌ها، اختراعات و اکتشافات که همگی بیانگر تولید علم و فناوری هستند، امکان‌پذیر نبوده است (ملکیان).

آنچه امروز کشوری را توسعه یافته یا عقب‌مانده معرفی می‌کند، میزان بهره‌گیری از علم و فناوری در فرآیند تولید می‌باشد. اگر امروز شاهد توان بالای اقتصادی کشورهایی همچون ایالت متحده، ژاپن، آلمان و انگلیس هستیم و همچنین رشد بالای اقتصادی کشورهایی چون چین، کره جنوبی، مالزی و کانادا را شاهدیم، تنها به دلیل درک درست و مناسب آنها از ماهیت علم و فناوری و به کارگیری مناسب آن در فرآیند تولید می‌باشد. بررسی سیاست‌ها و برنامه‌های کشورهای صنعتی و تازه صنعتی شده گویای این نکته است که این کشورها به اهمیت و جایگاه علم و فناوری واقف بوده و علم و فناوری را به عنوان محور توسعه اقتصادی- اجتماعی خود تلقی کرده‌اند.

قدرت کشورها نیز پیوند ناگسستنی با تولید علم و فناوری پیدا کرده است. در دنیای امروز یکی از عناصر اصلی تشکیل دهنده قدرت، اعم از قدرت سیاسی، اقتصادی، نظامی و فرهنگی، مسئله علم و فناوری به‌ویژه فناوری برتر است. آنچه که توانست پایان جنگ جهانی دوم را تسریع بخشد، شکاف هسته‌ای بود، نه سربازان و سیاستمداران. بنابراین امروزه علم و فناوری، مولد قدرت است. طوری که در بخش نظامی، فقط پیشرفت نظامی دشمن را از کارایی ساقط می‌کند و این امر نشان می‌دهد که علم و فناوری تا چه حد در صحنه نظامی و غیرنظامی می‌تواند تأثیرگذار باشد (روحانی، ۱۳۸۴).

بنابراین زیربنای توسعه جامع و درون‌زا، تولید علم و دانش و تداوم نهضت تولید علم و فناوری در قالب برنامه‌های توسعه‌ای است تا به‌صورت یک فرایند تعاملی، مستمر و پویا درآید. اگر کشوری در جهان پرشتاب کنونی بخواهد به تولید علم و فناوری دست یابد، باید در برنامه‌های توسعه‌ای خود، توسعه علم و فناوری را سرلوحه کار خود قرار دهد. جمهوری اسلامی ایران نیز در برنامه‌ریزی خود برای دستیابی به توسعه، به مرور زمان چنین راهبردی را برگزیده است. برای بررسی بهتر این موضوع در ادامه سیاست‌های علم و فناوری در کشور در قالب برنامه‌های توسعه پنج‌ساله کشور طی ۲۰ سال اخیر بررسی خواهد شد که اساسی‌ترین اسناد سیاست‌گذاری‌های کلان توسعه اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و صنعتی بوده و نقش مهمی در هدایت فعالیت دستگاه‌های مختلف به سمت اهداف مورد نظر دارند. سپس تلاش خواهد شد تا رویکرد حاکم بر سیاست‌گذاری، نقش دولت در توسعه علم و فناوری و

همچنین اهداف و ابزارهای سیاست‌گذاری توسعه علم و فناوری در چهار برنامه توسعه از ابتدای انقلاب تاکنون مورد بررسی قرار گیرند.

**۱-۳. سیاست‌های توسعه علم و فناوری در برنامه اول**[۱]

ویژگی اصلی برنامه اول، توسعه رویکرد حمایتی با تمرکز بر نقش گسترده دولت و نقش بسیار آن در تنظیم بازار و نگاه بسته به اقتصاد و حمایت از صنایع داخلی است. ابزارهای سیاست‌گذاری این برنامه که بیشتر در بخش‌های صنعت و بازرگانی خود را نشان می‌دهند، به دنبال حمایت از صنایع داخلی و توسعه خودکفایی فناوری در زمینه کالاهای سرمایه‌ای و در جهت ارتقاء توان فناوری بومی و سیاست‌های حمایتی دیگر هستند و همگی بر استفاده از ابزارهای مبتنی بر راهبرد درون‌زای جایگزینی واردات تأکید دارند. این نگاه تمرکزگرا در سیاست‌گذاری‌های کلان اقتصادی، بر سیاست‌گذاری‌های علم و فناوری نیز بی‌تأثیر نبوده است.

مروری بر بندهای مختلف برنامه اول توسعه، نشان‌دهنده تمایل بسیار زیاد کشور به قطع وابستگی و خوداتکایی در زمینه‌های مختلف است و تشویق به استفاده از فناوری ملی به‌جای وارد کردن صنایع و دستگاه‌ها مورد تأکید قرار گرفته است. این برنامه، انتقال فناوری را صرفاً از طریق واردات کالاهای سرمایه‌ای و به‌منظور تقویت و توسعه فناوری‌های ملی مناسب می‌داند و تأکید زیادی به استقلال فناوری و توسعه توانمندی‌های داخلی بدون ارتباط گسترده با اقتصاد جهانی دارد.

در زمینه توسعه فناوری، برنامه اول بیشتر بر مباحث انتشار علم تأکید داشته است. توجه وافر به مباحث توسعه نیروی انسانی در آموزش عالی، توسعه فضاهای آموزشی، توسعه همکاری‌های علمی در سطح ملی و بین‌المللی و غیره که در بندهای مختلف برنامه اول توسعه به چشم می‌خورند، همگی نشان‌دهنده توجه بسیار زیاد به حوزه انتشار علم و عدم توجه لازم به حوزه‌های تولید و بهره‌برداری از علم و فناوری است. البته در بندهایی از این برنامه به مباحثی در ارتباط با تخصیص بودجه‌های تحقیقاتی که به حوزه تولید علم مرتبط است، اشاره شده است، ولی تأکید خاصی بر آن نشده و می‌توان دریافت که عملاً اولویت اصلی برنامه اول، همان انتشار علم است. حوزه بهره‌برداری را می‌توان حوزه فراموش شده در این برنامه دانست که توجهی به مباحث نوآوری، کارآفرینی، توسعه شرکت‌های نوآور و ایجاد و افزایش توان فناوری حاصل از تحقیقات نشده است.

۱ . قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب مجلس شورای اسلامی ۱۳۶۸/۱۱/۱۱.

به دلیل تمرکز برنامه اول توسعه بر انتشار علم، ابزارهای مورد نظر در این برنامه نیز ابزارهای انتشار علم بوده‌اند. توجه به ایجاد بانک‌های اطلاعاتی علمی، توسعه انجمن‌های علمی، ترویج و نشر آثار علمی، تقویت کتابخانه‌ها، اعطای بورس‌های تحصیلی، ایجاد قطب‌های علمی، تأکید بر استفاده از دانشمندان ایرانی خارج کشور و در نظر گرفتن تسهیلات برای ورود آنها به کشور، استفاده از اساتید خارجی با اولویت مسلمان بودن در مقطع دکترا و غیره همگی بر استفاده از ابزارهای انتشار علم تأکید دارند. بنابراین موارد مهمی مانند ابزارهای حمایتی و توسعه‌ای برای تولید علم و بهره‌برداری از دانشمندان مورد توجه قرار نگرفته‌اند(سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷).

در این برنامه به خودکفایی نیروی انسانی بخصوص در زمینه‌های تخصصی، از طریق تحت پوشش آموزشی قرار دادن تمام افراد واجب‌التعلیم در بخش‌های محروم، ایجاد و گسترش مدارس شبانه‌روزی در مقاطع مختلف و مدارس نمونه و مراکز تربیت معلم و ایجاد و گسترش مراکز آموزش عالی در مراکز شهری بخش‌های محروم یا شهرهای مجاور آنان و همچنین افزایش سهمیه بخش‌های محروم در پذیرش دانشگاه‌ها و آموزش فنی و حرفه‌ای تأکید شده است.

برای تأمین هیئت علمی دانشگاه‌ها، دولت موظف شد تا تسهیلات لازم را جهت بازگشت آن تعداد از فارغ‌التحصیلان ایرانی دانشگاه‌های خارج از کشور که مایل به خدمت در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی هستند فراهم کند و حتی زمینه استفاده از اعضاء هیئت علمی غیر ایرانی خارج از کشور (با اولویت مسلمان بودن) را برای تدریس فراهم کند (تبصره ۴۴).

دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی نیز اجازه یافتند به‌منظور توسعه و تکمیل دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا با دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی کشورهای خارجی که با دولت جمهوری اسلامی ایران روابط دوستانه دارند، تفاهم‌نامه‌های علمی در زمینه مبادله استاد و دانشجو و تشکیل سمینارها و کنفرانس‌ها منعقد کنند(تبصره ۴۷).

خط‌مشی اصلی این برنامه‌ایجاد قطب‌های علمی و تخصصی در دانشگاه‌های مستعد و ارتقاء سطح علمی سایر مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی، گسترش آموزش عالی به ویژه در سطح کارشناسی ارشد، دکترای تخصصی با توجه کامل به ارتقاء کیفی آموزش و انطباق آن با اولویت‌های برنامه، بهره‌برداری حداکثری از ظرفیت‌های علمی، فنی، تخصصی و تحقیقاتی (کاربردی و بنیادی) کشور، حرکت در جهت به‌کارگیری عواید حاصل از صادرات نفت و دیگر کانی‌ها در

سرمایه‌گذاری، انتقال فناوری و ارتقاء علمی و فنی کشور بوده است.
در مجموع نگرش جزئی به علم و تحقیق و تمرکز بر حوزه آموزش علم و بی‌توجهی به تولید فناوری، امکان ارائه تصویری واضح از سیاست‌گذاری‌های توسعه علم و فناوری در این برنامه به دست نمی‌دهد.
در برخی از بندهای برنامه اول توسعه، بر لزوم همکاری‌های بین‌المللی تحقیقاتی و اعزام دانشجو و استاد به خارج از کشور تأکید شده است، ولی این بندها نیز در راستای اهداف خوداتکایی و توسعه توانمندی‌های علمی- ملی شکل گرفته است و عملاً به چنین همکاری‌هایی در سطح فناوری و صنعتی اشاره‌ای نشده است. بنابراین روح حاکم بر برنامه اول، اتخاذ راهبرد توسعه درون‌زا بدون استفاده مناسب از نقاط مثبت راهبرد برونزا ست. بی‌توجهی به توسعه اقتصاد جهانی و غفلت از اقتصادهای باز و در نتیجه فاصله گرفتن از سیستم تولید و توزیع جهانی از مشکلات مهم این برنامه است.

**۲-۳. سیاست‌های توسعه علم و فناوری در برنامه دوم**[۱]

توجه به علم و فناوری در برنامه دوم سیر صعودی را نسبت به برنامه اول طی کرده است. در بخش چهاردهم از خط مشی‌های اساسی برنامه دوم توسعه تحت عنوان «نظام‌دهی و به‌کارگیری تحقیقات و انتقال فناوری به عنوان ابزاری برای حل مشکلات توسعه کشور» به استفاده هر چه بیشتر از ظرفیت‌های مراکز علمی و تحقیقاتی کشور و توجه به علوم و فنون و تکنولوژی‌های مورد نیاز کشور به عنوان ابزاری برای حل مشکلات و توسعه کشور از طریق افزایش درصد اعتبارات تحقیقاتی از تولید ناخالص ملی و بهبود شاخص‌های تحقیقاتی کشور، ایجاد نظام تحقیقاتی جهت افزایش، ساماندهی و هماهنگی فعالیت‌های تحقیقاتی و ارزشیابی آنها، تعیین اولویت‌های تحقیقاتی کشور و جهت دادن اعتبارات تحقیقاتی به سمت اولویت‌ها، برقراری رابطه منسجم بین مراکز علمی و تحقیقاتی با مراکز اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، حمایت مؤثر از تحقیقات در بخش‌های غیردولتی، ارزیابی وضع موجود و طراحی الگو و تدوین استراتژی توسعه علوم و تکنولوژی متناسب با اهداف برنامه و شرایط عمومی جامعه، گسترش و ایجاد امکانات برای آن دسته از علوم و فناوری که با مزیت‌های نسبی اقتصاد کشور مرتبط است، همراه کردن انتقال فناوری با خرید خدمات و تجهیزات از خارج از کشور، به‌کارگیری هر چه بیشتر دانشگاه‌ها در امر انتقال فناوری، تقویت ارتباط مراکز تحقیقاتی کشور با مراکز بین‌المللی و تقویت ارتباط بین تحقیقات، کاربرد و آموزش اشاره شده است وبه‌منظور به‌کارگیری امکانات تولیدی داخل کشور و انتقال دانش

۱. قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب مجلس شورای اسلامی ۱۳۷۳/۹/۲

فنی، دولت موظف است در اجرای طرح‌های وزارتخانه‌های نفت، نیرو، پست و تلگراف و تلفن، دفاع، راه و ترابری، جهاد، کشاورزی، معادن و فلزات، صنایع، صنایع سنگین و شرکت‌ها و سازمان‌های تابعه و تحت پوشش آنها، به هنگام عقد قرارداد با پیمان‌کاران خارجی، خرید ماشین‌آلات و تجهیزات و اجرای طرح‌ها ترتیبی مناسب اتخاذ کند.

یکی از موارد مهم در برنامه دوم توسعه، تغییر نسبی از راهبرد درون‌زای صرف و دیدگاه جایگزینی واردات مطرح در برنامه اول، به دیدگاه توسعه صادرات است. اهمیت رقابت‌پذیری بین‌المللی در توسعه صادرات به عنوان یکی از نقاط مثبت راهبرد برون‌زا و دستیابی به فناوری‌های مورد نیاز از موارد مهمی است که در برنامه دوم به آنها توجه بیشتری شده است. در این برنامه به مقوله فناوری و اهمیت آن در توسعه صنعتی توجه شده و ضمن اینکه به نظر می‌رسد ساختار دوگانه بخش صنعت (تعامل مراکز صنعتی نسبتاً بزرگ با فناوری پیشرفته در کنار مراکز صنعتی نسبتاً کوچک با فناوری نسبتاً ساده) را به نوعی پذیرفته است و فقدان ارتباطات مناسب بین صنایع و بنگاه‌ها را تأیید کرده است. این برنامه‌ایجاد و توسعه صنایع کوچک را در دو سطح مطرح کرده که سطح اول ایجاد صنایع کوچک با سطح فناوری بالاست که در این سطح این امر که در جهان امروز دستیابی به فناوری، نیازمند صرف هزینه‌های مالی هنگفتی است که عمدتاً از توان صنایع کوچک خارج می‌باشد، توجهی نشده است. سطح دوم، صنایع کوچک روستایی می‌باشد که هدف آن ایجاد اشتغال برای روستاییان است. با توجه به صنایع توصیه شده در این برنامه (به جز صنایع الکترونیک) می‌توان بیان داشت که این برنامه نیز سرمایه‌گذاری در صنایع وابسته به منابع را در اولویت قرار داده و به صنایع با فناوری سطح بالا چندان توجهی نکرده است.

با وجود این، توجه به فناوری به عنوان یکی از نقاط قوت برنامه دوم توسعه در مقابل برنامه اول توسعه است و هدفمندتر شدن این برنامه در توسعه علم و فناوری در مقایسه با برنامه اول مشهود است و تأکید بیش از حد بر خودکفایی در زمینه فناوری و دستیابی به فناوری ملی در همه حوزه‌ها که در برنامه اول توسعه دیده می‌شود، در این برنامه ضعیف‌تر شده است و مباحث مرتبط با همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری به صورت مناسب‌تر و وسیع‌تری مورد توجه قرار گرفته است.

بنابراین می‌توان بیان کرد که در برنامه دوم توسعه یک نگاه دوگانه در سطح سیاست‌گذاری کلان دیده می‌شود که از یک سو به خودکفایی، محدودیت‌های تجارت آزاد و توسعه توانمندی‌های فناوری ملی اشاره شده

است که با استراتژی درون‌زای جایگزینی واردات نزدیک است و از طرف دیگر به استراتژی برون‌زا و مباحث توسعه صادرات صنعتی و روی آوردن به اقتصاد باز صادراتی توجه شده است.
با توجه به اهداف ذکر شده درخصوص توسعه علم و فناوری در برنامه دوم به راحتی می‌توان دریافت که یک تغییر دیدگاه و استراتژی در اهداف این برنامه نسبت به اهداف برنامه اول به وضوح مشهود است. همان‌طور که اشاره شد در برنامه اول توسعه، حوزه انتشار علم بیشتر مورد توجه قرار گرفته بود ولی در برنامه دوم توسعه در کنار مباحث انتشار علم مانند توجه به آموزش همگانی، حوزه تولید علم، توجه بیشتری را به خود معطوف کرده است. افزایش درصد اعتبارات تحقیقاتی، تعیین اولویت‌های تحقیقاتی، حمایت از تحقیقات در بخش‌های غیردولتی و غیره مواردی هستند که بر این موضوع تأکید می‌کنند. به هر حال توجه زیادی که در این برنامه به مباحث مرتبط با توسعه تحقیقات و حمایت از تحقیقات و کاربردی کردن آنها شده است، نشان‌دهنده تأکید زیادی است که به مباحث مرتبط با تولید علم در این برنامه شده است. البته شایان ذکر است که در این برنامه نیز به موارد مهمی درباره انتقال فناوری، همکاری‌های تحقیقاتی، علمی و فناوری اشاره شده است که بر تأکید مجدد این برنامه بر مباحث انتشار علم اشاره دارند. در این برنامه، درخواست ارزیابی وضع موجود و تدوین راهبرد توسعه علوم و فنون مطرح شده است که اشاره بر آغاز اقدامات بنیادین در زمینه تولید علم و توسعه فناوری دارد.
حوزه بهره‌برداری از علم، همچنان از حوزه‌هایی است که این برنامه توجهی به آن نکرده است و در آن تنها به تقویت تحقیقات، کاربرد و آموزش اشاره‌هایی شده که بدون راهکارهای اجرایی خاصی برای این منظور مطرح شده است.
نکته مهم دیگری که در رابطه با اهداف سیاست‌گذاری علم و فناوری در برنامه دوم توسعه باید به آن اشاره کرد و به نوعی این مشکل در دیگر برنامه‌های توسعه نیز موجود بود، عدم توجه به اولویت‌گذاری خاصی در جهت توسعه تحقیقات و یا توسعه علم و فناوری است. به این معنا که در جاهایی از برنامه به اولویت تحقیقات بنیادی اشاره شده است و حمایت از تحقیقات پایه مورد توجه قرار گرفته و از طرف دیگر در همان برنامه به اهمیت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای و توجه به تأمین نیازهای کشور پرداخته شده است(سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷).
این برنامه به تبعیت از اهداف آن، بیشتر بر ایجاد ارتباط عمیق بین دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی با بخش‌های تولید و تحقیق وزارتخانه‌های تولیدی

و مؤسسات تحقیقاتی، انتخاب فناوری مناسب کم‌ارزبر، اشتغال‌زا و بدون اتکاء بر انحصارات بین‌المللی و ارائه تسهیلات گمرکی و مالیاتی، حذف محدودیت‌های اداری مرتبط با تحقیقات، تدوین قوانین مالکیت فکری، تهیه و تدوین استانداردهای ملی و غیره تأکید دارد. بنابراین می‌توان گفت که در مقایسه با برنامه اول توسعه، یک تغییر دیدگاه و اولویت در حوزه‌های مرتبط با توسعه علم و فناوری دیده می‌شود و آن تغییر رویکرد از انتشار علم به تولید علم است.

البته همچنان بحث انتشار علم، جایگاه ویژه‌ای در این برنامه دارد و برای دستیابی به خودکفایی نیروی انسانی بخصوص در زمینه‌های تخصصی، ارتقای کیفی نظام آموزشی و تغییر بنیادی نظام آموزش و پرورش در دستور کار قرار می‌گیرد و به ایجاد امکانات آموزشی لازم برای تمام کودکان لازم‌التعلیم، توسعه فضای آموزشی متناسب با رشد دانش‌آموز و ایجاد امکانات آموزشی و پرورشی لازم و تربیت نیروهای کافی برای تمام مقاطع و اولویت دادن به ریشه‌کنی بی‌سوادی در اقشار مولد توجه می‌شود.

در این برنامه هم به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی اجازه داده شد، به‌منظور توسعه و تکمیل دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا با دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی کشورهای خارجی که با دولت جمهوری اسلامی ایران روابط دوستانه دارند، تفاهم‌نامه‌های علمی در زمینه مبادله استاد و دانشجو و تشکیل سمینارها و کنفرانس‌ها منعقد کنند(ماده۴۷) و از اعضاء هیئت علمی غیر ایرانی خارج از کشور (با اولویت مسلمان بودن) برای تدریس و پژوهش دعوت به کار کنند(ماده ۴۶).

همانند برنامه اول در این برنامه نیز ایجاد قطب‌های علمی و تخصصی در دانشگاه‌های مستعد و ارتقاء سطح علمی سایر مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی، گسترش آموزش عالی خاصه در سطح کارشناسی ارشد، دکترای تخصصی با توجه کامل به ارتقاء کیفی آموزش و انطباق آن با اولویت‌های برنامه، بهره‌برداری حداکثری از ظرفیت‌های علمی، فنی، تخصصی و تحقیقاتی (کاربردی و بنیادی) کشور مورد توجه قرار می‌گیرد.

**۳-۳. سیاست‌های توسعه علم و فناوری در برنامه سوم**[1]

برنامه سوم توسعه اولین برنامه توسعه‌ای در کشور است که با اختصاص فصلی مستقل برای علم و فناوری (فصل یازدهم) این دو مبحث را کاملاً در کنار هم قرار داده است و با اختصاص بودجه و تسهیلات مناسب به

۱ . قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب مجلس شورای اسلامی ۱۳۷۹/۱/۱۷ .

سیاست‌گذاری همزمان و یکپارچه در مورد آنها پرداخته است.
شورای عالی انقلاب فرهنگی که از سال ۱۳۶۳ تشکیل شده بود و متولی اصلی نظام علمی کشور بود در این برنامه یک بازوی اجرایی تحت عنوان وزارت علوم، تحقیقات و فناوری پیدا کرد که وظیفه برنامه‌ریزی، حمایت و پشتیبانی، ارزیابی و نظارت، بررسی و تدوین سیاست‌ها و اولویت‌های راهبردی در حوزه‌های تحقیقات و فناوری به آن واگذار شد.
رویکردهایی که در برنامه دوم شروع شد و به مباحثی مانند توسعه بخش خصوصی، کاهش تصدی‌گری دولتی، کاهش نقش دولت به عنوان متولی و افزایش توجه به اقتصاد باز منجر گردید و این مباحث در این برنامه مورد توجه بیشتری قرارگرفتند. راهبرد غالب در این برنامه، توسعه صادرات است. در حوزه‌های علم و فناوری به تعاملات جهانی، کاربردی و توسعه‌ای کردن تحقیقات، توسعه فناوری، همکاری‌های فناوری و انتقال فناوری که نیازمند یک اقتصاد بازتر و فضای رقابتی‌تر در بخش خصوصی است؛ توجه بیشتری شده است. در کنار این امر ممزوج کردن مباحث علم و فناوری با یکدیگر و ایجاد متولی واحد برای آنها و سازماندهی لازم برای سیاست‌گذاری علم و فناوری در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نیز از فعالیت‌های مهمی است که در این برنامه انجام شده است.
همان‌طور که در مواد (۹۹) تا (۱۰۳) این برنامه مشاهده می‌شود، بیشتر مواد بر مباحث مرتبط با تولید و انتشار علم تأکید دارند. مواد (۱۰۰)، (۱۰۱) و(۱۰۲) مباحثی را در ارتباط با حمایت از تحقیقات و افزایش بودجه‌های تحقیقاتی بیان می‌کنند که در حوزه تولید و حمایت از تولید علم می‌توان آنها را دسته‌بندی کرد. ماده (۱۰۳) نیز بر مباحث مهمی در مورد انتشار علم تأکید دارد که از طریق ایجاد زیرساخت‌های اطلاعاتی و توسعه نیروی انسانی می‌توان آنها را محقق کرد. به هر حال مانند دو برنامه گذشته، برنامه سوم توسعه نیز در بیان و تبیین اهداف و کارکردهایی در ارتباط با بهره‌برداری از علم و ایجاد شرایط کارآفرینی در زمینه فناوری و بهره‌برداری نوآورانه از دستاوردهای تحقیقاتی در جهت توسعه توانمندی‌های فناوری ناتوان مانده است؛ ضعفی که شاید به علت عدم وجود نگرش یکپارچه به مباحث علم و فناوری در این برنامه است. هر چند که در همین برنامه، اولین گام‌های اساسی در جهت یکپارچه‌سازی این دو مفهوم برداشته شده است، ولی در عمل همچنان مشکلات مرتبط با این یکپارچه‌سازی دیده می‌شود(سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷).

**فصل یازدهم - توسعه علوم و فناوری**

ماده (۹۹)- به‌منظور انسجام بخشیدن به امور اجرایی و سیاست‌گذاری نظام علمی کشور، از ابتدای برنامه سوم توسعه کشور، «وزارت فرهنگ وآموزش عالی» به «وزارت علوم، تحقیقات و فناوری» تغییر نام می‌یابد و وظایف برنامه‌ریزی، حمایت و پشتیبانی، ارزیابی و نظارت، بررسی و تدوین سیاست‌ها و اولویت‌های راهبردی در حوزه‌های تحقیقات و فناوری به وظایف وزارتخانه مذکور افزوده می‌شود. دولت موظف است اصلاحات لازم در اهداف، وظایف و تشکیلات وزارتخانه مذکور را طی مدت شش ماه پس از تصویب این قانون، تدوین و به مجلس شورای اسلامی تقدیم کند.

ماده (۱۰۰) - به‌منظور ایجاد زمینه‌های مشارکت و سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی و حمایت کمی و کیفی از فعالیت‌های پژوهشی و فناوری، بالاخص پژوهش‌ها و فناوری‌های کاربردی توسعه‌ای، دولت مجاز است در تأسیس صندوق‌های غیردولتی مشارکت کند و موظف به تقویت صندوق‌های دولتی موجود می‌باشد و باید ترتیبی اتخاذ کند که امکان استفاده این صندوق‌ها از یارانه سود تسهیلات مالی طی سال‌های اجرای برنامه فراهم شود.

اساسنامه صندوق جدیدالتأسیس و آیین‌نامه نحوه مشارکت بخش دولتی، نظام بانکی و بخش غیردولتی در تأمین منابع مورد نیاز آن، جایگاه سازمانی، اهداف و وظایف این صندوق‌ها به پیشنهاد مشترک سازمان برنامه و بودجه و سازمان امور اداری و استخدامی کشور و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری حداکثر ظرف یک سال از تصویب این قانون به تصویب هیئت وزیران خواهد رسید.

ماده (۱۰۱) - دولت مکلف است به‌منظور کمک و حمایت از گسترش کمی و کیفی فعالیت‌های مراکز پژوهشی بخش غیردولتی طی سال‌های اجرای برنامه، برای این مؤسسات در قوانین و مقررات موضوعه، استفاده از تسهیلات مالی و بیمه‌های حمایتی را پیش‌بینی کرده و به مورد اجرا گذارد.

ماده (۱۰۲- الف) - به‌منظور حمایت از پژوهش‌هایی که به‌وسیله وزارتخانه‌ها و دیگر دستگاه‌های اجرائی به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی دولتی و غیردولتی سفارش داده می‌شود و حداقل چهل درصد (۴۰درصد) از هزینه‌های آن را کارفرما تأمین و تعهد کرده باشد، به دولت اجازه داده می‌شود در لوایح بودجه سنواتی، اعتبارات لازم را برای ادامه عملیات این‌گونه پروژه‌ها تأمین کند.

پژوهش‌هایی که دستگاه‌های اجرائی از طریق مراکز تحقیقاتی و واحدهای وابسته به خود انجام می‌دهند و سفارش‌دهنده و سفارش‌گیرنده آنها یکی هستند مشمول تسهیلات پیش‌بینی شده در این ماده نمی‌شوند.

ب) سهم هزینه‌های صرف شده در امر تحقیقات از تولید ناخالص داخلی در طول برنامه پنج ساله سوم به‌طور یکنواخت افزایش یافته به نحوی که هزینه‌های صرف شده، در امر تحقیقات از تولید ناخالص داخلی در سال پایان برنامه در بخش دولتی به یک درصد (۱درصد) تولید ناخالص داخلی از اعتبارات عمومی دستگاه‌های اجرائی و در بخش غیردولتی به نیم درصد (۰/۵ درصد) تولید ناخالص داخلی از منابع بخش خصوصی و شرکت‌های دولتی و بانک‌ها برسد. دولت موظف است پانزده درصد (۱۵درصد) از این اعتبارات را در ارتباط با انجام پژوهش‌های بنیادی و پایه و پژوهش‌هایی که به جذب وتولید دانش فناوری نو منتهی می‌گردد هزینه کند.

ج) سازمان برنامه و بودجه مکلف است با هماهنگی شورای پژوهش‌های علمی کشور در هر سال، سهم بخش تحقیقات هریک از دستگاه‌های اجرائی و شرکت‌های دولتی را تعیین و در ردیف مستقل و جداگانه منظور کند. احداث، خرید و اجاره ساختمان‌های اداری، خرید تجهیزاتی که مرتبط با امر تحقیقات نیست و خرید خودروهای سواری و پرداخت هرگونه هزینه‌ای که ارتباط با امر تحقیقات ندارد از چنین ردیف‌هایی ممنوع است و به عنوان هزینه تحقیقاتی نمی‌تواند منظور گردد. دولت موظف است حمایت لازم را از تحقیقات بخش خصوصی به‌عمل آورد. آیین‌نامه اجرائی این بند به پیشنهاد شورای پژوهش‌های علمی کشور و سازمان برنامه و بودجه تهیه و به تصویب هیئت دولت خواهد رسید.

آیین‌نامه اجرائی این ماده به پیشنهاد سازمان برنامه و بودجه، شورای پژوهش‌های علمی کشور، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و دانشگاه آزاد اسلامی به تصویب هیئت وزیران خواهد رسید.

ماده (۱۰۳) - دولت موظف است امکانات لازم برای دستیابی آسان به اطلاعات داخلی و خارجی، زمینه‌سازی برای اتصال کشور به شبکه‌های جهانی، بهبود خدمات و ترویج استفاده از فناوری‌های جدید را از طرق زیر فراهم کند:

الف) ایجاد زیرساخت‌های ارتباطی و شاهراه‌های اطلاعاتی لازم، پهنای باند کافی و گسترده از طریق وزارت پست و تلگراف و تلفن و ایجاد تسهیلات لازم برای استفاده دانشجویان و اعضای هیئت علمی.

ب) تفکیک وظایف مجموعه‌های «تأمین کننده اطلاعات»، «تأمین‌کننده خدمات» و «تأمین‌کننده ارتباطات».

در قانون برنامه سوم توسعه، محورهای توسعه علوم و فناوری در کشور معطوف به نیازهای توسعه ملی، قابلیت‌های کشور در زمینه‌های مختلف

و سهیم شدن در فرایند علوم و فناوری جهانی بوده و در جهت هدفمند کردن بیشتر آموزش، تحقیقات و فناوری صورت گرفته است. همچنین در این برنامه پیش‌بینی شده است که در امر توسعه ملی و دستیابی به اهداف آن، جایگاه تحقیقات به نحوی تبیین شود که تحقیقات کاربردی در جهت حل مسائل و مشکلات و معطوف به تقاضای بخش‌های اقتصادی و اجتماعی و متکی به منابع مالی بخش دولتی و غیردولتی باشد و تحقیقات بنیادی معطوف به سیاست‌های دولت و منابع دولتی باشد.

اصلی‌ترین محورهای توسعه علوم و فناوری در ایران براساس قانون برنامه سوم توسعه استفاده از علم و تحقیقات و فناوری برای خلق مزیت‌ها در اقتصاد کشور و متعادل کردن سهم علم و فناوری، سخت‌افزار و مدیریت تخصصی در تولید کشور است (سند برنامه؛ بخش پژوهش در برنامه سوم توسعه، ۱۳۷۹).

**۴-۳. سیاست‌های توسعه علم و فناوری در برنامه چهارم**[۱]

برنامه چهارم توسعه به عنوان آخرین برنامه توسعه کلان ملی دوران انقلاب اسلامی، بیشترین تأثیر را بر تولید علم و فناوری در کشور و ارتقاء جایگاه ایران در بین کشورهای صاحب علم داشته است. در این برنامه در فصل چهارم تحت عنوان توسعه مبتنی بر دانایی، عملاً توسعه علم و فناوری به عنوان یکی از مهمترین ارکان توسعه کلان کشور مورد توجه قرار گرفته است. با این اوصاف، یک جهت مناسب از نظر نگرش نسبت به علم و فناوری جهت مناسبی در این برنامه نسبت به برنامه‌های قبلی دیده می‌شود.

این برنامه در مقایسه با برنامه‌های اول تا سوم، بیشترین نقش را برای علم و فناوری در توسعه ملی و دستیابی به اقتصاد دانایی محور قائل شده است. استفاده از واژه اقتصاد دانایی‌محور، روشن‌کننده میزان و اهمیت علم و فناوری در این برنامه است. از آنجا که مهمترین مؤلفه‌ها در یک اقتصاد علم محور، تولید، انتشار و بهره‌برداری از دانش و فناوری در جهت خلق ثروت، افزایش رقابت‌پذیری بین‌المللی و توسعه پایدار کشور است، می‌توان دریافت که نگاه حاکم بر برنامه چهارم توسعه، توجه بسیار زیاد به توسعه علم و فناوری در سطح ملی است.

شاید نقاط قوت و مهمترین نگرش‌های موجود در برنامه چهارم توسعه را بتوان در موارد زیر خلاصه کرد:

- توجه به علم و فناوری به عنوان پایه‌های یک اقتصاد پیشرو و دانش‌محور

۱ . قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب مجلس شورای اسلامی ۱۳۸۳/۶/۱۱ .

- توجه به مبحث رقابت‌پذیری بین‌المللی و نقش تولید علم و فناوری در جهت دستیابی به آن،
- توجه به فناوری‌های نوین و فناوری‌های برتر و نقش آنها در توسعه رقابت‌پذیری و ایجاد یک اقتصاد علم محور،
- توجه به ایجاد یک ساختار فرابخشی در توسعه علم و فناوری،
- توجه به نقش نهادهای مختلف در توسعه علم و فناوری و به ویژه ایجاد و توسعه زیرساخت‌هایی مانند پارک‌های علمی و فناوری، صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر، توسعه سرمایه‌گذاری‌های مشترک، ایجاد و توسعه نظام جامع حقوق مالکیت فکری و...،
- توجه به مبحث نظام ملی نوآوری (هرچند که این توجه دچار نقص‌هایی در نوع نگاه است).
- توجه به تعیین اولویت‌های پژوهشی و برنامه‌های توسعه علم و فناوری در بخش‌های مختلف.

البته با وجود نقاط قوت ذکر شده در فوق، می‌توان ضعف‌هایی نیز در این برنامه دید که مهمترین آن، نگرش پراکنده و غیریکپارچه است که به توسعه علم و فناوری وجود دارد. این نگرش، در حالی که به بسیاری از مهمترین عوامل و ابزارهای توسعه علم و فناوری در اقتصاد علم محور اشاره می‌کند، ولی از ایجاد یکپارچگی و ساختارمندی در میان این عوامل ناتوان است. در این برنامه به موارد مهمی همچون نظام ملی نوآوری، نظام پژوهش و فناوری، ایجاد پارک‌های علمی و فناوری، ایجاد خوشه‌های صنعتی، ایجاد و توسعه قطب‌های علمی، ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر و... اشاره شده است، در حالی که به ایجاد ارتباط میان همه این موضوعات و نحوه تعامل و عملکرد آنها اشاره‌ای نشده است.

این برنامه رویکردی راهبردی به نقش دولت در توسعه و تعامل با اقتصاد جهانی و سیاست اقتصاد باز و همچنین توسعه صادرات صنعتی دارد.

به هر حال با تحلیل سیاست‌های برنامه چهارم توسعه می‌توان دریافت که در این برنامه به مباحثی مانند نظام ملی نوآوری، کارآفرینی در زمینه فناوری، توسعه نوآوری، اولویت‌گذاری حوزه‌های هدف، توجه به فناوری‌های نوین و غیره پرداخته شده است که در برنامه‌های گذشته چندان توجهی به آنها نشده بود و می‌توان از آنها به عنوان حلقه‌های مفقود در سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور یاد کرد.

در ماده(۴۶) این برنامه بر توسعه نظام ملی نوآوری تأکید شده است، ولی در همان ماده بر توسعه نظام پژوهش و فناوری نیز تأکید شده است و این

نشان‌دهنده عدم وجود یک دیدگاه نظام‌مند در تدوین نهادها و اجزای توسعه علم و فناوری در کشور است. عدم وجود یک چنین نگرش نظام‌مندی به توسعه علم و فناوری در کشور، باید با استفاده از دیدگاه‌های توسعه در زمینه سیاست‌گذاری و ساختاردهی به علم و فناوری تغییر یافته و دوباره شکل بگیرد.

**ماده (۴۶)**

دولت موظف است به‌منظور برپاسازی نظام جامع پژوهشی و فناوری، اقدام‌های ذیل را انجام دهد:

الف» - طراحی و پیاده‌سازی نظام ملی نوآوری براساس برنامه جامع توسعه فناوری و گسترش صنایع نوین.

ب» - ساماندهی نظام پژوهش و فناوری کشور (تا پایان سال اول برنامه چهارم) از طریق تعیین اولویت‌ها، هدفمند کردن اعتبارات و اصلاح ساختاری واحدهای پژوهشی در قالب مأموریت‌های ذیل:

- تربیت نیروی انسانی روزآمد در فرایند پژوهش و فناوری،
- توسعه مرزهای دانش،
- تبدیل ایده به محصولات و روش‌های جدید،
- تدوین و تولید دانش فنی و انجام تحقیقات نیمه‌صنعتی،
- انتقال و جذب فناوری،
- پژوهش به‌منظور افزایش توان رقابتی بخش‌های تولیدی و خدماتی کشور،
- انجام پژوهش‌های کاربردی درخصوص حل مشکلات کشور.

ج» - نوسازی شیوه‌های مدیریت بخش پژوهش از جمله: ایجاد شبکه‌های واحدهای پژوهش و فناوری همگن به عنوان دستگاه‌های اجرایی با مأموریت توزیع هدفدار و بهینه اعتبارات تحقیقاتی و نظارت و پایش فعالیت‌ها در زمینه‌های علمی مربوطه با تکیه بر شاخص‌های جهانی.

د» - توسعه همکاری‌های مؤثر بین‌المللی در عرصه پژوهشی و فناوری، از طریق اصلاح و ساده‌سازی قوانین و مقررات مربوطه.

هـ»- افزایش یکنواخت سرمایه‌گذاری دولت در امر پژوهش و فناوری (موضوع مأموریت‌های مندرج در بند «ب») به میزان حداقل دو درصد (۲درصد) تولید ناخالص داخلی ازمحل اعتبارات عمومی دستگاه‌های اجرایی و یک درصد (۱درصد) درآمد عملیاتی شرکت‌های دولتی، بانک‌ها (به استثنای سود سپرده‌های بانکی) و مؤسسات انتفاعی وابسته به دولت و بخش غیردولتی تا پایان برنامه چهارم و سمت‌دهی سرمایه‌گذاری فوق در جهت پژوهش‌های مأموریت‌گرا و تقاضامحور.

برنامه چهارم توسعه از منظر توجه به اهداف مختلف توسعه علم و فناوری بسیار جامع‌تر از برنامه‌های پیشین است. این برنامه که مبتنی بر دیدگاه اقتصاد دانایی محور شکل گرفته است، سه هدف عمده یعنی تولید، انتشار و بهره‌برداری از دانش را به صورت همزمان مورد توجه قرار داده است. با بررسی مواد مختلف این برنامه در زمینه توسعه علم و فناوری می‌توان دریافت که برخلاف برنامه‌های پیشین که تقریباً هیچ توجهی به حوزه بهره‌برداری از علم و توسعه توانمندی‌های نوآورانه و کارآفرینی در زمینه فناوری نداشته‌اند، در سراسر این برنامه به جنبه‌های مختلف بهره‌برداری از علم و اهداف مرتبط با آن اشاره شده است. این را می‌توان به عنوان یک تحول اساسی در سیاست‌گذاری علم و فناوری در کشور قلمداد کرد و آن را به فال نیک گرفت. توجه به توسعه فناوری‌های برتر از مهمترین مواردی است که در این برنامه و اهداف آن مورد توجه قرار گرفته است و این ناشی از رویکرد جدید و توجه بیشتر به مباحث بهره‌برداری از علم به‌ویژه از دیدگاه نوآورانه و سطح بالای آن در جهت دستیابی به رقابت‌پذیری بین‌المللی است. توجه به توسعه شرکت‌های بزرگ در جهت توسعه فناوری‌های برتر، توجه به تجاری‌سازی محصولات نوآورانه، توسعه شرکت‌های کوچک نوآور و اهمیت دادن به فناوری به عنوان محور توسعه در مباحث توسعه علم و فناوری، از موارد مهمی است که در برنامه چهارم توسعه به خوبی به آنها اشاره شده است و همگی در حوزه بهره‌برداری از علم و نوآوری قرار می‌گیرند. البته همان‌طور که گفته شد، در این برنامه علاوه‌بر اهداف مرتبط با بهره‌برداری از علم، به اهداف مرتبط با تولید و انتشار علم نیز به‌خوبی مورد توجه قرار گرفته است. توجه به افزایش بودجه تحقیقاتی کشور چه در بخش دولتی و چه در بخش خصوصی، از موارد بسیار مهمی است که می‌تواند از ورودی‌های مهم تولید علم و فناوری باشد. از طرف دیگر توجه به توسعه قوانین مالکیت فکری و توسعه ثبت اختراعات نیز از موضوعات مهمی است که در حوزه تولید علم در این برنامه به آنها توجه شده است. تهیه برنامه‌های جامع توسعه علم و فناوری در حوزه‌های مختلف، توسعه نظام ملی نوآوری و نظام پژوهش و فناوری نیز می‌تواند از محرک‌های اصلی تولید علم در حوزه‌های مختلف باشد. در حوزه انتشار علم نیز می‌توان به روشنی دید که در مواد (۴۷، ۴۸ و ۴۹)به موارد مهمی از اهداف انتشار علم در زمینه توسعه منابع انسانی نوآور، خلاق و کارآفرین و همچنین توسعه همکاری‌های بین‌المللی علمی و فناوری و انتقال فناوری و جذب سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی اشاره شده است.

**ماده (۴۷)**

به‌منظـور ایجاد و توسـعه شـرکت‌های دانش‌بنیان و تقویـت همکاری‌های بین‌المللی، اجازه داده می‌شـود واحدهای پژوهشـی و فناوری و مهندسـی مسـتقر در پارک‌هـای علم و فنـاوری درجهت انجـام مأموریت‌های محوله، از مزایـای قانونی مناطق آزاد درخصوص روابـط کار، معافیت‌های مالیاتی و عوارض، سرمایه‌گذاری خارجی و مبادلات مالی بین‌المللی برخوردار گردند.

**ماده (۴۸)**

دولت موظف است به‌منظور ارتقای پیوستگی میان سطوح آموزشی و توسعه فناوری، کارآفرینی و تولید ثروت در کشـور، در طول برنامه چهارم اقدام‌های ذیل را انجام دهد:

الف ) زمینه‌سازی و انجام حمایت‌های لازم برای ایجاد شرکت‌های غیردولتی توسـعه فناوری و شرکت‌های خدماتی مهندسـی با مأموریت تولید، انتقال و جذب فناوری.

ب) تدویـن ضوابط و ارائه حمایت‌های لازم در راسـتای تشـویق طرف‌های خارجی قراردادهای بین‌المللی و سـرمایه‌گذاری خارجی برای انتقال بخشی از فعالیت‌های تحقیق وتوسـعه مربوط به داخل کشور و انجام آن با مشارکت شرکت‌های داخلی.

ج ) اتخـاذ تدابیـر لازم درجهت اصلاح نظـام آموزش کشـور و آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها باتوجه به سوابق تحصیلی در سنوات دوره متوسط و جلب مشـارکت دانشگاه‌ها به‌منظور ارتقای توانایی خلاقیت، نوآوری، خطرپذیری و کارآفرینـی آموزش‌گیرندگان و ایجاد روحیه آموختن و پژوهش مسـتقل در میان نسل جوان.

**ماده (۴۹)**

دولت موظف اسـت برای زمینه‌سـازی و تربیت نیروی انسـانی متخصص و متعهـد، دانش‌مدار، خلاق و کارآفرین، منطبق بـا نیازهای نهضت نرم‌افزاری بـا هدف توسـعه کمی وکیفی، از ابتـدای برنامه چهارم اقدامـات ذیل را در مأموریت‌ها و سـاختار دانشگاه‌ها ومؤسسات آموزش عالی برای پاسخگویی به نیازهای بخش‌های مختلف کشور به انجام برساند:

الف) دانشـگاه‌ها و مؤسسـات آموزش عالی و پژوهشـی دولتـی و همچنین فرهنگسـتان‌های تخصصی که دارای مجوز از شورای گسترش آموزش عالی وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشـت، درمان و آموزش پزشکی و سـایر مراجع قانونی ذیربط می‌باشـند صرفاً براساس آیین‌نامه‌ها و مقررات اداری، مالی، اسـتخدامی و تشکیلاتی‌خاص، مصوب هیئت‌های امنای مربوط

کـه به تأییـد وزرای علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشـت، درمان و آموزش پزشـکی حسب مورد می‌رسد، بدون الزام به رعایت قانون محاسبات عمومی، قانون اسـتخدام کشـوری و سـایر قوانین و مقررات عمومی اداری و مالی و اسـتخدامی اداره خواهند شـد و تا زمانی که آیین‌نامه‌ها و مقررات موردنیاز به تصویب هیئت امناء نرسـیده اسـت طبق مقررات سابق عمل خواهد شد. اعتبارات هزینه‌ای از محل بودجه عمومی دولت براسـاس قیمت تمام شـده به دسـتگاه‌های اجرایی یادشده اختصاص می‌یابد. اعتبارات هزینه‌ای، تملک دارایی‌های سـرمایه‌ای و اختصاصی این مؤسسات کمک تلقی شده و پس از پرداخت به هزینه قطعی منظور می‌گردد. سـهم دولت در هزینه‌های آموزش عالی بخش دولتی برمبنای هزینه سرانه تعیین و نسبت آن به بودجه عمومی دولت براسـاس رشد پوشـش جمعیت دانشجویی در مقایسـه با عدد مشابه دربرنامه سـوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران افزایش می‌یابد.

ب ) هرگونه اصلاح سـاختـار مالی، اداری، استخدامی و تشکیلاتی دانشگاه‌ها و مؤسسـات آموزش عالی و پژوهشـی دولتی و همچنین فـرهنگسـتان‌های تخصصی منحصراً مشمول مفاد این مـاده می‌باشند.

ج ) ارزیابی مسـتمر دانشـگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و مؤسسـات پژوهشی دولتـی و خصوصـی به‌وسـیله وزارتخانه‌های علـوم، تحقیقـات و فناوری و بهداشـت، درمان و آموزش پزشـکی با همکاری انجمن‌های علمی و مداخله براساس آن و سرمایه‌گذاری در علوم منتخب و تکیه بر ایجاد قطب‌های علمی براساس مزیت‌های نسبی و نیازهای آتی کشور.

د) بازنگری در رشـته‌های دانشـگاهی برمبنای نیازهـای اجتماعی، بازار کار وتحولات علمی، در راسـتای توسـعه علوم میان رشـته‌ای بـا تأکید بر علوم انسانی.

هـ) ایجـاد تولیـت واحـد در سیاسـت‌گذاری و مدیریت امـور مربوط به اسـتعدادهای درخشـان و نیز بهره‌برداری بهینه از امکانـات مادی و معنوی موجود در ایـن زمینه، وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشـت، درمان و آموزش پزشـکی مجازند از تأسـیس باشـگاه غیردولتی و صیانت از استعدادهای درخشان کشور حمایت کنند.

برنامه چهارم توسعه از نظر ارائه ابزارهای لازم و شفاف برای سیاست‌گذاری در زمینه توسعه علم و فناوری نیز یک گام به جلو بوده است. اغلب مواردی که در این برنامه آمده است، منجر به ارائه ابزارهایی برای پیاده‌سازی اهداف توسعه علم و فناوری می‌شوند. به‌کارگیری ابزارهایی که منجر به

بهره‌برداری از علم و نوآوری می‌شوند در این برنامه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. توسعه مناطق ویژه فناوری‌های برتر و قطب‌های فناوری، توسعه شهرک‌های فناوری و مراکز رشد، استفاده از سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر و سرمایه‌گذاری‌های غیردولتی، توسعه مناطق آزاد علمی و فناوری و بسیاری از دیگر موارد مهم، همگی بر ابزارهایی برای بهره‌برداری از علم و توسعه کارآفرینی در زمینه فناوری و نوآوری تأکید دارند. توجه به ایجاد زیرساخت‌های فناوری اطلاعات لازم برای انتشار فناوری و همچنین راهکارهای اجرایی توصیه شده برای توسعه منابع انسانی خلاق و نوآور و همچنین مواردی که برای تسهیل انتقال فناوری و همکاری‌های فناوری بیان شده‌اند، از موارد مهمی است که در حوزه ابزارهای انتشار علم قرار می‌گیرند. در حوزه تولید علم نیز می‌توان به موارد مهمی مانند افزایش بودجه‌های تحقیقاتی، ابزارهای حمایت از پژوهش، تقویت قوانین مالکیت فکری، کمک و تسهیل فرآیند ثبت اختراع در خارج از کشور و تسهیل شرایط برای جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در حوزه‌های تحقیقاتی، از مهمترین ابزارهای موجود در برنامه چهارم توسعه می‌باشد.

**جمع بندی**

در طول برنامه‌های اول تا چهارم توسعه، می‌توان روندی مناسب و توسعه یافته را در زمینه توجه به علم و فناوری مشاهده کرد. در حالی که در برنامه اول توسعه توجه چندانی به مبحث توسعه علم و فناوری نشده، در برنامه دوم توسعه توجه بیشتری دیده می‌شود و به مباحث تحقیقات و انتقال فناوری نیز تا حدودی پرداخته شده است. اولین برنامه‌ای که علم و فناوری را در کنار هم قرار داده است و یکی از فصول اصلی خود را به این موضوع اختصاص داده است، برنامه سوم توسعه است. در این برنامه اولین گام‌ها در جهت ساختاردهی و هدفمندکردن توسعه علم و فناوری در کشور برداشته شده است. در نهایت در برنامه چهارم توسعه مشاهده می‌کنیم که مهمترین مبحث، دستیابی به یک اقتصاد دانایی‌محور بر پایه توسعه علم و فناوری می‌باشد و بخش‌های مهمی از این برنامه به مباحث مرتبط با توسعه علم و فناوری پرداخته شده است. این روند می‌تواند برای توسعه علم و فناوری در کشور امیدوارکننده باشد. نگاهی به جدول شماره ۱ روند توسعه علم و فناوری در قالب برنامه‌های توسعه را بهتر مشخص می‌کند.

به غیر از چهار برنامه توسعه‌ای که از ابتدای انقلاب تاکنون برای رشد و پیشرفت کشور و توسعه علم و فناوری تدوین شده‌اند، با طرح موضوع

نهضت تولید علم در کشور توسط مقام معظم رهبری، نهادها و دستگاه‌های اصلی سیاست‌گذار و قانون‌گذار کشور شامل؛ مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی انقلاب فرهنگی و مجلس شورای اسلامی نیز در چند سال گذشته تلاش‌های زیادی را برای دستیابی به اهداف انقلاب اسلامی و تقویت جایگاه نظام و تمدن سازی اسلامی و همچنین دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز و کسب جایگاه اول در بین کشورهای منطقه و در حقیقت دستیابی به توسعه هر چه بیشتر کشور، با فراهم کردن بسترهای قانونی تولید علم و فناوری انجام داده‌اند که در فصل بعدی ضمن بیان هر کدام از بسترها و الزامات عملیاتی شدن موضوع تولید علم و فناوری، اقدامات نهادهای سیاست‌گذار و قانون‌گذار کشور در قالب قوانین و مصوبات در این زمینه‌ها نیز بیان خواهد شد.

جدول ۱ . مقایسه برنامه‌های توسعه‌ای کشور

| عنوان برنامه | مشخصات کلی برنامه در زمینه علم و فناوری |
|---|---|
| برنامه اول توسعه کشور | **وجود نقش وسیع دولت در حمایت از صنایع داخلی**<br>**داشتن رویکردی ساختارگرا در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی که بر علم و فناوری تأثیر دارد**<br>**نگرش جزیی و جزیره‌ای به علم و فناوری**<br>**موارد موجود در توسعه تحقیقات و آموزش عالی بیشتر در حوزه علم است نه فناوری**<br>**عدم وجود تصویر واضحی از سیاست‌گذاری علم و فناوری**<br>**تلاش در وادار کردن صنایع به فناوری ملی به دلیل خود اتکایی**<br>**انتقال فناوری از طریق واردات کالاهای سرمایه‌ای به‌منظور تقویت و توسعه فناوری‌های ملی**<br>**داشتن دید جایگزینی واردات با توسعه فناوری**<br>**عدم تطبیق با شرایط اقتصاد جهانی و الزامات آن**<br>**در نظر گرفتن تنها مباحث انتشار دانش در توسعه فناوری**<br>**کم‌توجهی به حوزه‌های خلق و بهره‌برداری از دانش**<br>**ابزارهای مورد نظر برنامه نیز ابزارهای انتشار دانش می‌باشند** |

| | |
|---|---|
| برنامه دوم توسعه کشور | در نظر گرفتن تحقیقات و انتقال فناوری به عنوان ابزاری برای حل مشکلات کشور<br>توجه بیشتر به اهمیت صادرات و دستیابی به فناوری‌های مورد نیاز<br>توجه به ایجاد صنایع در دو سطح صنایع کوچک روستایی و صنایع کوچک با فناوری بالا<br>اولویت دادن به سرمایه‌گذاری در صنایع وابسته به منابع نسبت به صنایع با فناوری سطح بالا<br>هدفمندتر شدن توسعه علم و فناوری در مقایسه با برنامه اول<br>توجه بیشتر به همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری<br>توجه بیشتر به حوزه خلق دانش به جای حوزه انتشار دانش<br>مغفول ماندن حوزه بهره‌برداری از دانش<br>عدم توجه به اولویت‌گذاری در جهت توسعه تحقیقات یا توسعه علم و فناوری<br>عدم تبیین ابزارهای مناسب برای رسیدن به اهداف |
| برنامه سوم توسعه کشور | در نظر گرفتن جایگاه مناسب‌تر و بالاتر برای توسعه علم و فناوری<br>سیاست‌گذاری همزمان و یکپارچه توسعه علم و فناوری<br>تبدیل وزارت فرهنگ و آموزش عالی به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری<br>ساختاردهی علم و فناوری با مشخص کردن متولی آن<br>در نظر گرفتن استراتژی توسعه صادرات در حوزه علم و فناوری به صورت غالب<br>تأکید بر مباحث خلق و انتشار دانش<br>عدم بیان و تبیین مناسب اهداف و کارکردهای بهره‌برداری دانش<br>واضح شدن ابزارهای سیاست‌گذاری و ارائه راهکارهای نسبتاً روشن در جهت پیاده سازی اهداف سیاست‌گذاری شده<br>استفاده از علم و تحقیقات و فناوری برای خلق مزیت‌ها در اقتصاد کشور و متعادل کردن سهم دانش و اطلاعات، سخت‌افزار و مدیریت تخصصی در تولید کشور<br>سوق دادن تحقیقات کاربردی در جهت حل مسائل و مشکلات و معطوف به تقاضای بخش‌های اقتصادی و اجتماعی، به منابع مالی بخش دولتی و غیردولتی و تحقیقات بنیادی؛ معطوف به سیاست‌های دولت و منابع دولتی |

| | |
|---|---|
| برنامه چهارم توسعه کشور | در نظر گرفتن توسعه علم و فناوری به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه کلان کشور<br>توجه به علم و فناوری به عنوان پایه‌های یک اقتصاد پیشرو و دانش محور<br>توجه به مبحث رقابت‌پذیری بین‌المللی و نقش توسعه علم و فناوری در جهت دستیابی به آن<br>توجه به فناوری‌های نوین و فناوری‌های برتر و نقش آن‌ها در توسعه رقابت‌پذیری و ایجاد یک اقتصاد دانش محور<br>توجه به ایجاد یک ساختار فرابخشی درتوسعه علم و فناوری<br>توجه به مبحث نظام ملی نوآوری<br>توجه به تعیین اولویت‌های پژوهشی و برنامه‌های توسعه علم و فناوری در بخش‌های مختلف<br>وجود نگرش پراکنده و غیر یکپارچه به توسعه علم و فناوری و نوآوری<br>وجود رگه‌هایی از رویکرد نهادگرایی در تدوین سیاست‌های علم و فناوری<br>توجه به نهادهای متعدد بدون در نظر گرفتن یک نظام جامع به صورت کلان که ارتباطات و تعاملات میان آنها را سامان دهد<br>اشاره برنامه به جنبه‌های مختلفی از بهره‌برداری از دانش و اهداف مرتبط با آن<br>توجه به توسعه شرکت‌های بزرگ در جهت توسعه فناوری‌های برتر، توجه به تجاری‌سازی محصولات نوآورانه، توسعه شرکت‌های کوچک نوآور و اهمیت دادن به فناوری به عنوان محور توسعه در مباحث توسعه علم و فناوری توجه به توسعه قوانین مالکیت فکری و توسعه ثبت اختراعات |

۴

# الزامات و بسترهای قانونی تولید علم و فناوری

سیر تاریخی علوم و فنون و توسعه کشورها برای دستیابی به رفاه و آسایش و امنیت، حاکی از تحولات و دگرگونی‌های مختلفی به‌خصوص در دو قرن گذشته است. در ابتدای قرن بیست و یکم روند توسعه علم و فناوری به‌منظور بهره‌گیری از آن برای توسعه همه‌جانبه و یا توسعه پایدار، شتاب افزون‌تری پیدا کرده است. با این روند یکی از مهمترین ویژگی‌های جوامع امروزی، «علم محور شدن» آنهاست. در چنین جوامعی، علم، اساس کلیهٔ فعالیت‌ها و تصمیم‌گیری‌ها محسوب می‌شود. بنابراین توسعه این جوامع، وابسته به رشد علم در زمینه‌های گوناگونی است که عمدتاً در قالب تولید علم و فناوری نمودپیدا می‌کند. فناوری با خلق محصولات جدید، از یک سو به ایجاد ثروت و از سوی دیگر به توسعه منجر می‌شود. توسعه پایدار کشور نیازمند توسعه در چند بخش صنعتی، فرهنگی، اقتصادی و... است، اما توسعه صنعتی، اقتصادی و فرهنگی خود مرتبط با توسعه علم و فناوری بصورت کلان است. سیاست‌گذاری، قانونگذاری و برنامه‌ریزی رکن اصلی هرگونه توسعه از جمله توسعه علم و فناوری است. با تدوین استراتژی و سیاست‌گذاری کلان، راه برای ارتقاء علم و فناوری فراهم می‌شود (یعقوبی، ۱۳۸۷). اهمیت سیاست‌گذاری در زمینه علم و فناوری از نظر جایگاه حکومتی به شکلی است که حتی در بعضی از کشورها در قالب یک وزارتخانه تجلی پیدا کرده است، یا مأموریت

سیاست‌گذاری به یک نهاد قانونی کلان‌نگر واگذار شده است. ساختاردهی به نظام تولید علم و فناوری در چارچوب نظام ملی می‌تواند منجر به شناسایی نهادهای تأثیرگذار بر تولید علم شده و نحوهٔ تعاملات آنها را در مسیر مناسب هدایت و سازماندهی کند. در چنین ساختاری همه نهادها می‌توانند نقش‌های مناسب خود را شناخته و ایفا کنند. از این رو می‌توان با بررسی سیاست‌های مختلف در زمینه تولید علم و فناوری، نقش و کارکرد هر نهادی را در این زمینه مشخص کرد.

در حوزه تولید علم در کشور با سه دسته نهاد روبه رو هستیم که هر یک به نوعی در این موضوع دخیل می‌باشند. دسته اول نهادهایی هستند که در سطح سیاست‌های کلی تولید علم و فناوری فعالیت دارند. در این سطح به‌طور خاص شورای عالی انقلاب فرهنگی و به‌طور عام مجمع تشخیص مصلحت نظام، مجلس شورای اسلامی، هیئت وزیران، شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری فعالیت دارند و مجموعه فعالیت‌های آنها جهت‌دهنده روند تولید علم در کشور است.

نهادهای دسته دوم شامل وزارتخانه‌های اجرایی در حوزه مربوط به خودشان می‌باشند که سیاست‌های منجر به تولید علم و فناوری نهادهای سطح اول را اجرا می‌کنند. وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، دفاع، صنایع و معادن، جهاد کشاورزی و... در این دسته جای می‌گیرند. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور نیز با تخصیص اعتبارات لازم به این‌گونه نهادهای مؤثر بر تولید علم کشور نیز در این دسته جای می‌گیرد.

دسته سوم نهادهای حمایتی و اجرایی را شامل می‌شود که برای تسهیل تحقیقات و نوآوری در کشور فعال هستند. صندوق‌ها و طرح‌های اعتباری و مالی(عمدتاً زیر نظر وزارت صنایع و معادن)، مرکز صنایع نوین وزارت صنایع و معادن، واحدهای سرمایه‌گذاری بانک‌ها، مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، دانشگاه‌ها و مؤسسات علمی، تحقیقاتی و پژوهشی و... در این دسته جای می‌گیرند(قاضی نور، ۱۳۸۷).

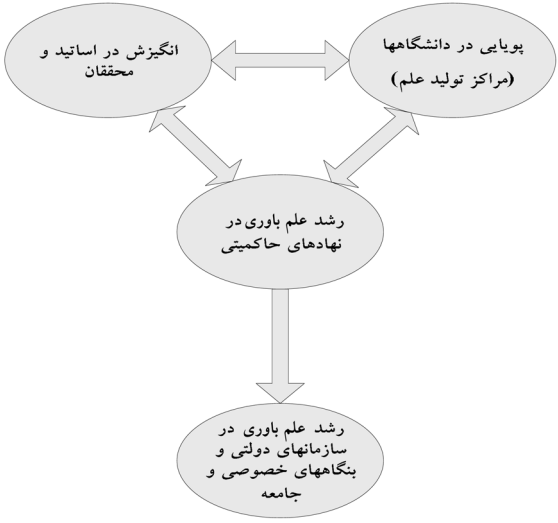
از بین این سه دسته از نهادهای مؤثر در تولید علم و فناوری، دسته اول وظیفه تأمین بسترها و فراهم کردن الزامات تولید علم و فناوری در کشور را بر عهده داشته‌اند. منظور از الزامات، پیش شرط‌ها و یا شروط لازم برای تحقق تولید علم و فناوری می‌باشد. این پیش‌نیازها می‌توانند در زمینه‌های مالی و اعتباری، قانونی (قوانین و مقررات)، انسانی، ساختاری، زیرساختی

و... مطرح باشند. الزامات، زمینه‌ساز و تسهیل‌کننده تحقق راهبردها و سیاست‌های توسعه علم و فناوری در کشور هستند. برای بررسی زمینه‌های تولید علم و فناوری و نیز تأمل در زمینه‌ها، شرایط و متغیرهای مؤثر بر تولید علم و فناوری، به بررسی الزامات ۸ گانه راه‌اندازی نهضت تولید علم و فناوری در کشور از زمان طرح این موضوع به‌وسیله مقام معظم رهبری پرداخته‌ایم و در ذیل هر الزام، فعالیت نهادهای اصلی سیاست‌گذار و قانون‌گذار در آن زمینه را بررسی کرده‌ایم.

**۱-۴. حمایت از نخبگان**

عنصر اصلی تولید علم، اعضای هیئت علمی، محققان و پژوهشگران به عنوان نخبگان جامعه هستند. با توجه به نقش اصلی این قشر در تولید علم و فناوری، باید تلاش شود تا براساس نظریاتی که در مدیریت حوزه رفتار مطرح است، توانایی و انگیزش لازم در این قشر ایجاد شود. برای این منظور باید در وحله اول موانع انگیزشی را برطرف کنیم؛ یعنی موانع عدم رضایت این قشر را برطرف کنیم و در وحله دوم عواملی را شکل دهیم که ایجاد انگیزش می‌کنند.

نمودار ۱ . الگوی مدیریت راهبردی تولید علم (ناظمی،۱۳۸۶)




در بحث موانع، براساس نظریه‌ای که در بحث‌های انگیزشی مطرح است، یک سری موانع وجود دارد که اگر این عوامل تأمین نشوند، به عنوان

مانع عمل می‌کنند، ولی اگر تأمین شوند، موجب برطرف شدن نارضایتی می‌شوند و آمادگی لازم برای انگیزش و تلاش فراهم می‌شود. در مقابل عواملی هم وجود دارند که موجب انگیزش می‌شوند که بیشتر این عوامل مربوط به شغل هستند. در مدیریت تولید علم، بحث عمده این است که سازمان‌های تولیدکننده علم یعنی دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی، باید بر محور تواناسازی و بهره‌گیری از اساتید و محققان استوار باشند. یعنی اگر بخواهیم در مدیریت راهبردی، تولید و عرضه علم را رشد بدهیم، برای انگیزش بخشی و تواناسازی عنصر اصلی تولید علم باید عوامل نگهدارنده را در اعضای جامعه علمی رشد بدهیم.

متغیر اصلی در بین عوامل نگهدارنده، حقوق و دستمزد است. باید ضریب مناسبی برای افزایش حقوق تعیین گردد تا از این طریق بخشی از عوامل انگیزشی در جامعه علمی تقویت شوند.

آبراهام هرولد مزلو[1] نیازهای انسانی را به پنج دسته تقسیم می‌کند. نظریه سلسله مراتب نیازهای انسانی مزلو (Hierarchy of Human Needs) معمولاً به شکل یک هرم پنج طبقه‌ای ترسیم می‌شود. این سلسله مراتب از نیازهای ابتدایی در طبقه زیرین شروع شده و هرچه بالاتر می‌رود نیازهای پیچیده‌تر انسانی را معرفی می‌کند که به ترتیب عبارتند از: نیازهای فیزیولوژیک، نیازهای امنیتی، نیازهای عاطفی، نیازهای اجتماعی ـ احترامی و نیازهای خودشکوفایی (www.wikipedia.org) (نمودار ۲).

برپایه این دسته‌بندی، اگر بخواهیم فردی ناراضی نباشد، باید پنج دسته نیاز او را برطرف کنیم و اگر این نیازها برطرف نشود، فرد ناراضی است. نارضایتی هم منجر به دو حالت می‌گردد: ۱. ناکامی، ۲.پرخاشگری. بنابراین در اساتید و محققان، اگر این نیازها برطرف نگردد آنان یا ناکام، مأیوس و گوشه‌گیر و یا پرخاشگر خواهند شد. اگر این دسته عوامل که تحت عنوان عامل بهداشت مدنظر است، تأمین شوند، مرحله بعدی عوامل انگیزشی و خودیابی است. یک محقق باید بتواند از همه توانایی‌های بالقوه خود استفاده کند تا خودیابی در او صورت بگیرد. آقای هرزبرگ همین عوامل را به دو دسته تقسیم کرده است. به گفته وی برای اینکه فرد، ناراضی نباشد باید عوامل بهداشتی را تأمین کرد. در این زمینه اولین عامل، محیط کار است، اما وی در مورد عوامل انگیزشی اولین عامل را خود شغل می‌داند. از این نظر شغل را باید درست تعریف کرد تا فردی که می‌خواهد آن شغل را انجام دهد، به هر حال تحت الزام و اجبار آن کار را انجام ندهد. شغل مشابه یک بازی، برای او نشاط‌بخش و مناسب باشد(ناظمی،۱۳۸۶).

1-Abraham Harold Maslow

نمودار ۲ . هرم نیازهای انسانی مزلو

بنابراین برای فراهم شدن این دو عامل اولاً باید حقوق و دستمزد افزایش یابد و ثانیاً شرایط و امکانات محیط مناسب‌سازی شود و نیاز احترام شغلی برطرف گردد. آخرین دسته نیاز را که خودیابی است، باید از طریق ایجاد ساختار مناسب در سازمان و سبک رهبری مناسب فراهم کرد که این موضوع، تحت عنوان مقررات‌زدایی و ثبات در مدیریت مراکز تولید علم و فناوری در ادامه تشریح خواهد شد.

بنابراین باید با افزایش زمینه‌های انگیزشی و کاهش زمینه‌های ضدانگیزشی از خروج نخبگان جلوگیری کرد. این یک الزام است. نمی‌توان از یک طرف تشدید مهاجرت نخبگان را داشت؛ اما از طرف دیگر به جایگاه اول علم و فناوری مطابق سند چشم‌انداز بیست‌ساله کشور هم رسید.

در این زمینه می‌توان به تلاش‌های شورای عالی انقلاب فرهنگی در زمینه سیاست‌ها و راهکارهای کاهش مهاجرت نخبگان در سه سطح شامل: سیاست‌های کاهش روند مهاجرت نخبگان و متخصصان از کشور، سیاست‌های بازگشت نخبگان و متخصصان به کشور و سیاست‌های استفاده از توان تخصصی نخبگان و متخصصان خارج از کشور اشاره کرد که در سال ۱۳۸۲ تصویب شده است (مصوب جلسه ۵۱۹ مورخ ۱۳۸۲/۳/۲۷ شورای عالی انقلاب فرهنگی). همچنین با توجه به اهمیت بحث معیشت هیئت

علمی، این شورا در همان سال در مصوبه راهکارهای اجرایی ارتقای علم و فناوری کشور، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را موظف کرد تا ظرف مدت چهار ماه با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور منابع اعتباری و درآمدهای لازم برای اعضای هیئت علمی را بررسی و پیشنهاد مشخصی برای ترمیم و اصلاح حقوق و مزایای آنان به هیئت دولت ارائه دهد(مصوب جلسه ۵۳۰ مورخ ۱۳۸۲/۹/۲۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی) که این مصوبه منجر به افزایش حقوق اعضای هیئت علمی به میزان ۱۰۰درصد شد.

مجمع تشخیص مصلحت نظام نیز در سال ۱۳۸۳ در مصوبه‌ای به نام «سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی» برارتقاء منزلت و بهبود معیشت استادان و تعریف، شناسایی، هدایت، پرورش، جذب و به‌کارگیری استعدادهای درخشان و ایجاد بسترهای مناسب برای جذب نخبگان و پیشگیری از مهاجرت آنان، استفاده از ظرفیت‌های علمی و فنی ایرانیان مقیم خارج و جذب متخصصان و محققان برجسته سایر کشورها در صورت نیاز تأکید کرد(مصوبه مورخ ۱۳۸۳/۱۲/۱۵ مجمع تشخیص مصلحت نظام).

روند حمایت از نخبگان با تشکیل بنیاد ملی نخبگان در سال۱۳۸۴ برای برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری، شناسایی، هدایت، حمایت مادی و معنوی نخبگان، جذب، حفظ و به‌کارگیری و پشتیبانی از آنان در راستای ارتقاء تولید علم، فناوری و توسعه علمی و متوازن کشور و احراز جایگاه برتر علمی، فناوری و اقتصادی در منطقه براساس سند چشم‌انداز کشور در افق ۱۴۰۴ براساس رهنمودهای مقام معظم رهبری پیگیری شد و با تصویب آیین‌نامه احراز نخبگی در سال۱۳۸۵، برای تعریف شاخص‌های علمی، استانداردسازی معیارها و فرایندهای شناسایی و معرفی نخبگان و استعدادهای برتر، و حمایت از نخبگان، روند رو به رشدی را طی کرد.

در همین راستا، تکریم استادان بازنشسته دانشگاه‌ها مورد توجه قرار گرفت و کلیه مؤسسات موظف شدند تا با ارائه امکانات لازم، کانون اساتید ایجاد کنند. به رؤسای مؤسسات اختیار داده شد تا از این اساتید به عنوان مشاور استفاده کنند و یک سری اقدامات حمایتی مانند بیمه تکمیلی درمان اساتید و همسرانشان، استفاده از خطوط هواپیمای داخلی دولتی برای شرکت در همایش‌های علمی خارجی یک نوبت و داخلی دو نوبت درسال و همچنین بازدید و استفاده از موزه‌ها، اماکن گردشگری، مؤسسات فرهنگی و کتابخانه‌ها با ۵۰ درصد تخفیف برای آنها در نظر گرفته شد(مصوب جلسه ۶۰۱ مورخ

۱۳۸۵/۱۲/۱۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی). دانشگاه آزاد نیز براساس مصوبه شورای عالی انقلاب فرهنگی در مورد راهکارهای ارتقای عملکرد دانشگاه آزاد اسلامی در حوزه علم و فناوری، موظف شد تا برای ارتقاء سطح علم و دانش اعضای هیئت علمی، نسبت به اعطای بورس تحصیلی به نخبگان، گسترش فرصت‌های مطالعاتی، اعطای سرانه پژوهشی به اعضای هیئت علمی، تدوین و اجرای سیاست‌های ارتباط با صنعت، تأسیس مراکز رشد فناوری، ارائه کارگاه‌ها و دروس مرتبط با کارآفرینی و موارد مشابه اقدام کند و گزارش آن را ظرف مدت یک سال به هیئت نظارت و ارزیابی شورای عالی انقلاب فرهنگی ارائه دهد.

مجموعه این سیاست‌ها و مقررات، زمینه‌های خوبی برای ایجاد انگیزه تولید علم و فناوری و ارتقاء جایگاه نخبگان در کشور فراهم کرد.

**۲-۴. توسعه منابع مالی علم و فناوری**

اهمیت علم و فناوری در توسعه از نیمه دوم قرن بیستم، مدام در حال ارتقاء و افزایش بوده است. طی ۵۰ سال اخیر تمام کشورهای موفق در حال توسعه با وقوف به نقش مهم و تعیین‌کننده علم و فناوری در توسعه بخش‌های مختلف کشور، عمده توجه و اهتمام خود را در جهت تقویت و ارتقاء سطح شاخص‌های مختلف علم و فناوری مصروف ساخته‌اند، تجارب جهانی نشان می‌دهد کشورهایی که در زمینه علم و فناوری بیشترین هزینه‌ها را صرف کرده‌اند، صاحب فناوری و صنایع پیشرفته هم می‌باشند. امروزه همه کشورها اعم از کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه، در تلاش‌اند تا بر حجم سرمایه‌گذاری‌های خود در حوزه علم و فناوری بیفزایند. در این میان کشورهای صنعتی برای حفظ موقعیت خود و یا افزایش برتری خویش در صحنه رقابت بین‌المللی، در زمینه علم و فناوری سرمایه‌گذاری می‌کنند و کشورهای در حال توسعه نیز دریافته‌اند که برای رسیدن به رشد و توسعه واقعی و حل و رفع اصولی مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی خود راهی جز سرمایه‌گذاری در زمینه علم و فناوری ندارند(روحانی، ۱۳۸۴). اهمیت این نوع سرمایه‌گذاری به حدی است که باید بدون محدودیت در این زمینه هزینه کرد و نباید برای هزینه‌های پژوهش محدودیتی قائل شد. محققان برای کار پژوهشی خود، نباید با تنگنای مالی مواجه شوند. حتی اگر در نهایت به نتیجه مورد انتظار هم نرسند. اگر این نگاه به پژوهش، در کشور ما ایجاد شود، زمینه تولید علم و فناوری فراهم می‌گردد.

با توجه به اهمیت توسعه منابع مالی در زمینه علم و فناوری، شورای عالی انقلاب فرهنگی در مصوبه خود در مورد موانع تحقیق و نوآوری در جمهوری

اسلامی ایران و راهکارهای رفع آن، موانع مربوط به بودجه و امکانات تحقیقات را بررسی کرد و بر مواردی شامل:
۱ . ناکافی بودن سهم بودجه تحقیقات کشور برحسب GDP در قیاس با سایر کشورها،
۲ . کمبود مواد، ابزار، تجهیزات و اطلاعات تحقیقاتی لازم در کشور،
۳ . فقدان تخصیص بودجه مناسب برای بخش‌های تحقیق و توسعه کشور D&R،
۴ . عدم سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در امور علمی و پژوهشی،
۵ . ضعف‌های حاکم بر چگونگی هزینه و توزیع بودجه تحقیقاتی کشور،
تأکیدکرد و راهکار آن را در دو بند ذیل ارائه کرد:
۱ . ساماندهی منابع مالی در راستای رشد تحقیقات و فراهم کردن تجهیزات، امکانات ومواد پژوهشی،
۲ . به‌کارگیری حمایت‌های مالی بخش خصوصی.
همچنین به‌منظور رفاه محققان و ساماندهی مناسب برای تولید علم و فناوری و آماده‌سازی بستر اجرایی آنها در جهت سوق دادن منافع تحقیقات و فناوری به مردم و در نهایت توسعه پایدار کشور، صندوق حمایت از پژوهشگران تأسیس شد(مصوب جلسه ۵۲۲ مورخ ۱۳۸۲/۵/۷ شورای عالی انقلاب فرهنگی). هدف از تأسیس این صندوق، ارائه کمک‌ها و خدمات حمایتی مادی و معنوی به پژوهشگران ایرانی اعم از حقیقی و حقوقی برای شکوفایی امور تحقیقاتی در راستای تولید علم و فناوری و بهره‌مند شدن مردم از نتایج آن در کشور است. مطمئناً سوق دادن درآمدهای نفتی به سوی امور تحقیقاتی و حمایت از پژوهشگران با نگاه آینده‌نگری به رشد و توسعه کشور منجر خواهد شد.
در سال ۱۳۸۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز موظف شد تا نسبت به شفاف‌سازی اعتبارات تحقیقات، نحوه توزیع اعتبارات بخش تحقیقات، جلب مشارکت بخش غیردولتی برای سرمایه‌گذاری در امر تحقیقات، رسیدن به اهداف کمی و مشخص کردن سهم اعتبارات پژوهشی از تولید ناخالص داخلی، اقدامات لازم را با توجه به نتایج گزارش ارزیابی کلان علم و فناوری کشور به عمل آورد (مصوب جلسه ۵۳۰ مورخ ۱۳۸۲/۹/۲۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی).
مجمع تشخیص مصلحت نظام هم براساس تبصره «۵» بند «۲» سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فناوری در کشور، بر افزایش سهم تحقیق و فناوری از تولید ناخالص ملی از طریق اختصاص بودجه مناسب و تشویق مالی و معنوی بخش‌های غیردولتی تأکید کرد(مصوبه مورخ ۱۳۸۳/۱/۲۲ مجمع تشخیص مصلحت نظام) همچنین مجمع در مصوبه سیاست‌های کلی

نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی، بر تقویت منابع مالی پایدار و متنوع در دانشگاه‌ها و تجهیز زیربناهای آموزشی و پژوهشی تأکید کرد(مصوبه مورخ ۱۳۸۳/۱۲/۱۵ مجمع تشخیص مصلحت نظام).

در کنار این مصوبات، قانون برنامه چهارم نیز در فصل چهارم با عنوان توسعه مبتنی بر دانایی در مواد و بندهای مختلف بر توسعه منابع مالی در زمینه علم و فناوری تأکید کرده است. در مواد (۴۵) و (۴۷) این قانون، چند بند صرفاً به سیاست‌های حمایتی دولت برای پژوهش و فناوری اختصاص داده شده است. در فصل چهارم برنامه، دولت پرداخت بخشی از هزینه‌های ثبت اختراعات(patent)؛ را تقبل کرده و یا برای اولین بار، بحث بیمه قراردادهای پژوهشی را بر عهده گرفته تا ریسک‌پذیری آن بالا برود و محقق و صنعتگر تا حدی آسوده باشند که بتوانند به پژوهش‌های داخل اتکا کنند. در بند «الف» ماده (۴۸) قانون برنامه چهارم بر زمینه‌سازی و انجام حمایت‌های لازم برای ایجاد شرکت‌های غیردولتی، توسعه فناوری و شرکت‌های خدماتی مهندسی با مأموریت تولید، انتقال و جذب فناوری تأکید شده است. همچنین بند « هـ» ماده (۴۶) قانون برنامه چهارم، دولت را به افزایش یکنواخت سرمایه‌گذاری در امر پژوهش و فناوری به میزان حداقل دو درصد (۲درصد) تولید ناخالص داخلی از محل اعتبارات عمومی دستگاه‌های اجرایی و یک درصد (۱درصد) درآمد عملیاتی شرکت‌های دولتی، بانک‌ها (به استثنای سود سپرده‌های بانکی) و مؤسسات انتفاعی وابسته به دولت و بخش غیردولتی تا پایان برنامه چهارم و سمت‌دهی سرمایه‌گذاری فوق در جهت پژوهش‌های مأموریت‌گرا و تقاضامحور موظف کرده است. این برنامه برای توسعه منابع مالی و وارد کردن بخش خصوصی در بند «و» ماده (۴۵)، بند «ز» ماده (۴۵) و بند «و» ماده (۵۰) بر حمایت از بخش خصوصی تأکید کرده و به این نکته تصریح دارد که باید از بخش خصوصی حمایت شود تا در توسعه آموزش عالی، پژوهش و فناوری وارد شود. در همین برنامه در بندهای دیگر، صندوق‌های حمایت غیردولتی از طرح‌های تحقیقاتی برای مؤسسات غیردولتی و غیرانتفاعی پیش‌بینی شده است.

**۳-۴. افزایش دسترسی به آموزش عالی**

علم و فناوری در دنیای امروز خط فاصل میان کشورهای عقب‌مانده و پیشرفته است. اصولاً آنچه موجب رفاه و برخورداری از نعمت‌های مادی بوده و آنچه اصطلاحاً توسعه و پیشرفت نامیده می‌شود، علم و فناوری است. سابقه اقدام کشورهای در حال توسعه برای قرارگرفتن در مدار پیشرفت و توسعه یافتگی به

نیم قرن اخیر باز می‌گردد. این کشورها عمدتاً محور توسعه خود را بر مدار منابع مادی گذرانده‌اند تا از طریق به‌کارگیری منابع مادی به انباشت سرمایه و از طریق خرید فناوری به جرگه «توسعه یافته‌ها» بپیوندند. اما تجربه این کشورها به‌خصوص در کشورهای آمریکای لاتین که تمام تلاش خود را برای توسعه یافتگی در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ صرف استفاده از منابع مادی سرزمینی و واردات فناوری ساختند، چندان موفق نبود. ماحصل این نگاه به توسعه و علم، وابستگی بیشتر بود. تئوری‌های مطرح درخصوص وابستگی کشورهای عقب‌مانده یا پیرامونی به کشورهای توسعه یافته یا مرکزی، به یک واقعیت مسلم اشاره دارد و آن این است که حرکت کشورهای پیرامونی برای نیل به توسعه با الگوی غرب از طریق خرید و واردات فناوری، به دلیل عملکرد و فعالیت همزمان ساختارهای داخلی و خارجی، چرخه توسعه نیافتگی را تداوم بخشید. سرنوشت این کشورها در رویکردشان به توسعه، حاکی از این واقعیت است که قطعاً و حکماً تنها منابع مادی امکان پیشرفت و توسعه را فراهم نمی‌سازد، بلکه روی دیگر سکه یعنی نقش و عمل نیروی انسانی نیز اهمیت دارد. تئودور شولتز (۱۹۶۰) در کتاب «سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی» در کشورهای فقیر می‌نویسد که کشورهای فقیر بیشتر به سرمایه انسانی نیاز دارند؛ زیرا کارایی در استفاده از سرمایه فیزیکی به چگونگی و کیفیت منابع انسانی بستگی دارد. اگر سرمایه انسانی در حد نازلی قرار داشته باشد، استفاده از سرمایه فیزیکی نیز محدود خواهد بود. استفاده کارآمد از سرمایه‌های مادی، به فنون و مدیریت این منابع بستگی دارد. بنابراین سرچشمه رشد و توسعه اقتصادی، افزایش سرمایه‌گذاری انسانی است. وی شرط لازم برای رشد و توسعه را، توازن و تعادل میان سرمایه مادی و انسانی می‌داند. از نظر او هزینه‌های خدمات بهداشتی، افزایش امید به زندگی، تقویت جسمی، فکری و سرزندگی مردم و آموزش آنها باید جزو سرمایه‌گذاری در منابع انسانی قلمداد شوند. اما سؤال اینجاست که توجه به نیروی انسانی در پروسه «توسعه خواهی» در کجا قرار داشته و تا چه اندازه‌ای تأثیرگذار است؟

محققان توسعه پس از گذشت چند سال تجربه و تلاش در راه توسعه به این نتیجه رسیده‌اند که مشکل جوامع توسعه‌نیافته، فقر منابع انسانی است و موفقیت این جوامع در گرو منابع انسانی کارآمد است. غنی شدن سرمایه و منابع انسانی این جوامع که همانا غنی شدن آموزش و پرورش، تخصص‌ها، امید به زندگی بالاتر و والاتر و پیشرفت جسمی و روحی مردان و زنان و کودکان است، باید سرلوحه برنامه‌های توسعه این جوامع قرار گرفته و به‌طور دائمی و همیشگی استمرار یابد. مطالعه و تجربه سال‌های گذشته هم بیانگر

این نکته‌ای است که امکان تحقق توسعه بدون توجه و سرمایه‌گذاری به روی منابع انسانی وجود ندارد. حال سؤال این است که دستیابی به سرمایه انسانی چگونه تحقق می‌یابد؟

این‌که پدیده آموزش، توسعه علم و فناوری را سرعت می‌بخشد، در هر شرایطی قابل تحقق است و سبب می‌شود تقسیم کار، حفظ و نگهداری وسایل، بهبود و اصلاح تکنیک و فناوری بهتر و بیشتر صورت گیرد و در واقع متغیر کلیدی آموزش همراه با مدیریت پیشرفته، شاخص تعیین‌کننده رشد علم و فناوری و توسعه جامعه می‌باشد.

در کشورهای در حال توسعه، از آنجا که خود دولت به دلایل مختلف وظیفه توسعه را متقبل شده است، زمینه‌ها و امکانات آن را نیز خود فراهم می‌سازد و حرکت‌های توسعه‌گرا از طریق سیستم برنامه‌ریزی و آموزش متمرکز منابع انسانی، بستر توسعه علم و فناوری را فراهم می‌سازند. این مسئله در مورد کشور ما نیز صدق می‌کند. آموزش، یکی از اساسی‌ترین وظایف دولت اسلامی تلقی شده است. در واقع، از طریق آموزش، که وظیفه دولت در این جوامع است، انتظار می‌رود موتور حرکت به سمت پیشرفت و آموزش علم و مهارت ایجاد گردد که در واقع نوعی اطمینان از این مسئله است که نسل‌های بعدی وظیفه پیشبرد را به‌خوبی انجام می‌دهند.

به لحاظ اهمیت بسیار بالای نیروی انسانی در توسعه و تعالی کشور است که از ابتدای انقلاب، ما شاهد رشد صعودی تعداد دانشگاه‌های کشور و جمعیت دانشجویی کشور از ۱۵۰،۰۰۰ نفر به حدود ۳،۰۰۰،۰۰۰ نفر هستیم و در برنامه چهارم توسعه، تربیت نیروی انسانی متخصص و آموزش توسعه منابع انسانی قطعاً یکی از مهمترین عوامل تسریع فرایند تولید علم و فناوری می‌باشد. با این دید، متولیان اصلی آموزش منابع انسانی از جایگاه ویژه‌ای در برنامه‌ریزی‌های کلان، بررسی‌ها، ارزیابی‌ها و مطالعات گسترده که نتایج آن در برگیرنده راهکارهای ارتقاءدهنده باشد، برخوردار می‌شوند و توجه به کانون‌های انسان‌ساز و پرداختن به سازمان‌های تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت آن، محور اصلی سیاست‌گذاری‌ها، مطالعات و تحقیقات منابع انسانی قرار می‌گیرد (گزارش مطالعات پایه‌ای و تحلیلی کلان برای ساماندهی به توسعه علمی و تحقیقاتی، ۱۳۸۳: ۱۵۹-۱۵۸). توسعه نیروی انسانی در واقع زیرساخت‌های لازم برای تولید و انتشار علم را در کشورها فراهم می‌کند و باعث می‌شود که علم و فناوری با حرکت سریعتری در سطح جامعه انتشار یابد (یعقوبی، ۱۳۸۷). با آموزش نیروی انسانی و افزایش دسترسی به آموزش عالی است که می‌توان چرخ‌های نهضت تولید علم و فناوری را در کشور به

حرکت درآورد.
بنابراین توسعه دسترسی به آموزش‌های تخصصی، برای توسعه علمی کشور الزامی است. با تعداد اندک نیروهای متخصص نمی‌توان نهضت تولید علم و فناوری را جلو برد و سند چشم‌انداز را محقق کرد. «افزایش دسترسی و همگانی کردن آموزش عالی» یک مفهومی کاملاً جدید در بحث آموزش عالی است. باید همه برای دسترسی به آموزش عالی فراخوانده شوند. وقتی گفته می‌شود دانش، فناوری و مهارت، اصیل‌ترین رکن ارزش افزوده در اقتصاد نوین است، این به آن معناست که مردم با تمام توان باید به آموزش تخصصی دسترسی داشته باشند. یکی از موارد بیان شده در سندی که به‌وسیله دولت کانادا و دولت انگلیس منتشر شد، لزوم افزایش دسترسی به آموزش عالی و تخصصی بود و نگرانی از اینکه کانادا از نظر آموزش‌های تخصصی عقب می‌افتد. بحث این بود که در ۱۰ سال آینده در کانادا ۷۰درصد مشاغل، کاملاً تخصصی خواهد شد و به تحصیلات عالی احتیاج خواهد داشت و این نگرانی وجود دارد که چگونه باید مردم را برای ورود به دانشگاه تشویق کرد. خوشبختانه همین مفهوم در بند «ب» ماده (۵۰) قانون برنامه چهارم توسعه، که باید پوشش آموزش عالی از ۱۸درصد در سال ۱۳۸۳ به۳۰ درصد در سال ۱۳۸۸ برسد و جمعیت دانشجویی ما از۲,۳۰۰,۰۰۰ نفر به۳,۷۰۰,۰۰۰ نفر در سال ۱۳۸۸ افزایش پیدا کند، آمده است.
برای دستیابی به یک مدل مناسب از توسعه، تنها کمیت نیروی کار، عامل تعیین‌کننده و نهایی نیست؛ بلکه کیفیت نیروی انسانی نیز عامل تعیین‌کننده است. برخورداری از کیفیت نیز تابع متغیر آموزش است و دانش آموزش، مهمترین طریق دستیابی به تحولات اقتصادی، اجتماعی و نیل به پیشرفت است. تشکیل سرمایه انسانی، فرایندی است که طی آن «کیفیت» یا «قدرت مولد» کار انسان تحت تأثیر آموزش‌هایی که کسب می‌کند، تغییر می‌کند. نقش اصلی افراد در فرایند تولید، دیگر قدرت بازو و کار فیزیکی نیست؛ بلکه علم و مهارت آنهاست. استفاده از ماشین به جای کارگران ساده موجب شده است تا کیفیت افراد انسانی به جای کمیت آنان، اهمیت پیدا کند که این امر یقیناً بر شخصیت افراد تأثیر بسزایی می‌گذارد. ارتقاء کیفی انسان و تبدیل فرد انسانی از یک «وسیله و عامل تولید» به یک «سرمایه» در فرایند توسعه، شخصیت و موقعیت او را چنان دگرگون می‌کند که امروزه بسط، توسعه، حفظ و نگهداری سرمایه انسانی در سطوح خرد و کلان و در مقیاس بین‌المللی از اهمیت و اولویت خاصی برخوردار است. اهمیتی که هیچ‌گاه و

در هیچ الگوی توسعه برای سرمایه‌های فیزیکی و ماشین‌آلات قائل نشده‌اند. آموزش، کلید دستیابی به دانش، مهارت و رشد استعدادهای انسانی است. خلاقیت انسان در اثر آموزش، شکوفا شده و خود می‌تواند چرخ‌های علم و صنعت را به حرکت درآورد. بنابراین خلق، بهره‌برداری و پیشبرد علم و فناوری در گرو آموزش است.

نیروی انسانی فعال با کارکردهای متنوع و با آموزش‌های تخصصی جداگانه نیازی ضروری برای تولید علم و فناوری در کشور است. ترکیب این تخصص‌ها در قالب روابط سیستم، تسهیل و تسریع فرآیند تولید علم و نوآوری در سطح کلان ملی را موجب می‌شود. بنابراین، همخوانی آموزش‌ها با نیازهای کشور و هم راستایی آنها با جهت‌گیری کلی کشور و اولویت‌بندی تولید علم و فناوری، از الزامات اساسی به شمار می‌رود (پیش‌نویس سند بهبود و توسعه نظام ملی نوآوری در ایران،۱۳۸۷).

بند «ب» ماده (۵۰) قانون برنامه چهارم

ب) به‌منظور دسترسی به فرصت‌های برابر آموزشی و ارتقای پوشش جمعیت دانشجویی (نسبت جمعیت دانشجویی به جمعیت ۱۸ تا ۲۴ سال) به سی درصد (۳۰درصد)تا پایان برنامه چهارم، به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی اجازه داده می‌شود از طریق تنوع بخشی به شیوه‌های ارائه آموزش عالی نسبت به برگزاری دوره‌های تحصیلی از قبیل: شبانه، نوبت دوم، از راه دور (نیمه حضوری)، آموزش‌های مجازی، دوره‌های مشترک بادانشگاه‌های معتبر خارجی و دوره‌های خاص اقدام کرده و هزینه‌های مربوطه را با تأیید وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی حسب مورد از داوطلبان اخذ و به حساب درآمد اختصاصی دانشگاه‌ها واریز کنند. درآمد اختصاصی مذکور مشمول مفاد ماده (۴) قانون نحوه انجام امور مالی و معاملاتی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی مصوب ۱۳۶۹/۱۰/۱۸ است. شهریه دانشجویان جانباز بیست و پنج درصد (۲۵درصد) و بالاتر و فرزندان آنان، فرزندان شاهد، آزادگان وفرزندان آنان و دانشجویان تحت پوشش کمیته امداد امام خمینی(ره)و سازمان بهزیستی از محل اعتبارات ردیف خاص و به‌وسیله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تأمین می‌شود. تعداد دانشجویان مشمول این بند به تفکیک هر استان باید همه ساله به وسیله نهادها و دستگاه‌های ذیربط به سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور وکمیسیون‌های برنامه و بودجه و محاسبات و آموزش و تحقیقات مجلس شورای اسلامی گزارش شود.

در مجموع شاخص‌های کمی، بویژه در آموزش عالی طی سه دهه نخست انقلاب حاکی ازتحولات چشمگیر و امیدبخش است. زیرساخت‌های لازم هم برای این کار در سال‌های گذشته فراهم شده است؛ در آموزش و پرورش،

دوره‌های کاردانی پیوسته، آموزشکده‌های فنی حرفه‌ای، علمی کاربردی و... ظرفیت‌های چشمگیری ایجاد شده است؛ یعنی پتانسیل رسیدن به ۵۰۰۰ نفر جمعیت دانشجویی در ۱۰۰۰۰۰ نفر ایجاد شده است؛ اما به روشنی دیده می‌شود که اکنون زمان ارزش بخشیدن به شاخص‌های کیفی و تأکید بر کیفیت در همه عرصه‌های علوم، آموزش، تحقیقات و فناوری است (عارف، ۱۳۸۷). وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی هم این موضوع را پیگیری می‌کنند.

**۴-۴. تسهیل مقرراتی و ثبات در مدیریت**

فرایند تولیدمحوری و گسترش پژوهش‌ها و تحقیقات بنیادین و کاربردی در حوزه‌های مختلف علوم تنها با شکل‌گیری زمینه‌ها، بسترها و عواملی مؤثر بر آن امکان‌پذیر خواهد بود و بدون تحقق این زمینه‌ها نمی‌توان توقع و انتظاری برای گسترش علم و انجام مطالعات علمی داشت. یکی از مهمترین بسترها و جایگاه‌های مؤثر برای تحقق استراتژی دانایی‌محوری دانشگاه‌ها و مراکز علمی- پژوهشی می‌باشند؛ چراکه تولید علم در بطن نهاد دانشگاه و آموزش عالی و به‌وسیله استادان و پژوهشگران حاضر در مراکز علمی – تخصصی محقق می‌شود. در حقیقت، بار اصلی اجرای استراتژی تولید علم و فناوری به عهده و بر دوش نظام علمی و دانشگاهی کشور به‌ویژه دانشگاهیان و استادان است و تنها در پرتو فعالیت گسترده، همه‌جانبه و مشارکت جویانه استادان، محققان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی است که می‌توان در انتظار به بار نشستن درخت علم و فناوری در کشور بود (گزارش چالش‌های تولید علم،۱۳۸۷). چنین مراکز حساسی، مدیریت ویژه‌ای را می‌طلبند. مدیریت دانشگاه‌ها و مرکز علمی با سلیقه محوری سازگار نیست و باید سازوکار دیگری برای مراکز علمی طراحی شود تا به اهدافی که مورد نظر است، دست یافت (عارف، ۱۳۸۵). درواقع، پژوهش و علم باید از قید مقررات اداری آزاد باشند. کشورهایی که توسعه علمی دارند، تمام سازوکارهای اداری- پژوهشی را آزاد کرده و محققین را آزاد گذاشته‌اند. (منتظری مقدم،۱۳۸۴).

برای رفع این مشکل، شورای عالی انقلاب فرهنگی در مصوبه خود در مورد موانع تحقیق و نوآوری در جمهوری اسلامی ایران و راهکارهای رفع آن مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی، ضمن اشاره به موانع مربوط به مدیریت، سیاست‌گذاری و نظام تحقیقات و موانع مربوط به قوانین و مقررات پژوهشی، راهکارهای ساماندهی نظام مدیریت تحقیقات کشور و اقدامات مربوط به قوانین و مقررات پژوهشی و مقررات‌زدایی را تصویب کرده است. همچنین این شورا در سال ۱۳۸۲ مصوب‌هایی تحت عنوان «راهکارهای اجرایی

ارتقای علم و فناوری کشور» گذرانده است که براساس آنها به‌منظور تسهیل فعالیت‌های پژوهشی و واگذاری اختیارات کافی به محققان برجسته، کمیته اصلاح مقررات پژوهش با عضویت نمایندگان شورای عالی انقلاب فرهنگی، وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، امور اقتصادی و دارایی، بازرگانی و بانک مرکزی تحت نظر معاون اول رئیس جمهور تشکیل شود و درخصوص حذف تشریفات اضافی برای ورود تجهیزات تحقیقاتی و تسهیل امور پژوهشی تصمیم‌گیری و از طرق قانونی اقدام کند (مصوب جلسه ۵۳۰ مورخ ۱۳۸۲/۹/۲۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی).

مجمع تشخیص مصلحت نظام هم براساس تبصره «۶» بند «۱» سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فناوری در کشور، بر اصلاح و تکمیل قوانین و مقررات، بویژه در بخش‌های بازرگانی و گمرکی با هدف تغییر روند ورود کالا و خدمات از خارج به فرآیند انتقال فناوری، کسب دانش طراحی و ساخت برای تولید محصولات در داخل کشور و برنامه‌ریزی برای ایجاد تناسب میان مؤلفه‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در توسعه فناوری تأکید کرده است (مصوبه مورخ ۱۳۸۳/۱/۲۲ مجمع تشخیص مصلحت نظام).

بند «الف» ماده «۴۹» قانون برنامه چهارم توسعه مصوب مجلس شورای اسلامی نیز به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی دولتی و همچنین فرهنگستان‌های تخصصی که دارای مجوز از شورای گسترش آموزش عالی وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سایر مراجع قانونی ذیربط است، اجازه داده است تا صرفاً براساس آیین‌نامه‌ها و مقررات اداری، مالی، استخدامی و تشکیلاتی خاص، مصوب هیئت‌های امنای مربوط که به تأیید وزرای علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی حسب مورد می‌رسد، بدون الزام به رعایت قانون محاسبات عمومی، قانون استخدام کشوری و سایر قوانین و مقررات عمومی اداری و مالی و استخدامی اداره شوند. در حقیقت این ماده دانشگاه‌ها و مراکز علمی را از تمام قوانین کشور مستثنی کرده و آنها را صرفا تابع مصوبات هیئت امنا کرده است. شورای عالی انقلاب فرهنگی هم این ماده را به دانشگاه‌ها و مراکز علمی پژوهشی که ریاست هیئت امنای آنها بر عهده رئیس جمهور یا معاون اول ایشان می‌باشد، تسری داده است (مصوب جلسه ۵۶۲ مورخ ۱۳۸۴/۰۳/۱۰ شورای عالی انقلاب فرهنگی). همچنین این شورا در سال ۱۳۸۶ دانشگاه آزاد اسلامی را موظف کرده است تا به‌منظور ارتقاء خلاقیت و مدیریت کیفی دانشگاه و مشارکت استادان در اداره امور دانشگاه، برنامه تشکیل هیئت امنای مستقل واحدهای بزرگ استانی خود را

که تحت نظارت و هدایت هیئت مؤسس دانشگاه فعالیت می‌کنند، به شورای عالی انقلاب فرهنگی ارائه دهد تا رؤسای واحدهای مزبور پس از تأیید شورای عالی انقلاب فرهنگی منصوب شوند (مصوب جلسه ۶۰۵ مورخ ۱۳۸۶/۰۳/۰۸ شورای عالی انقلاب فرهنگی).

**۵-۴. تقویت علوم انسانی و آزاداندیشی**

در بحث تولید علم، همه حوزه‌های علمی از اهمیت برخوردارند، با این وجود علوم انسانی نقش پایه و زیرساخت را دارد و نباید این نقش مورد غفلت واقع شود. در کشورهای توسعه یافته، علوم انسانی همواره از شأن و منزلت بالاتری برخوردار بوده و هست و ثمره آن نیز تولید گسترده علم در حوزه علوم انسانی است که به کشورهای اسلامی نیز صادر شده و می‌شود و پیامدهای آن نیز برای ما کاملاً محسوس است. مسلمانان در مقطعی از تاریخ، در عرصه‌های علمی، در جهان پیشتاز بودند و در همان مقطع تاریخی نیز اوج شکوفایی و قدرت تمدن اسلامی مشهود است. غربی‌ها در خلال تعاملاتی که با مسلمانان داشتند، حتی در جنگ‌های مانند جنگ صلیبی، از دستاوردهای علمی مسلمانان بهرهٔ فراوان بردند و خودشان نیز اعتراف می‌کنند که غرب در رشد علمی، وامدار مسلمانان است. بستر تولید علم به صورت بالقوه در اسلام موجود است. اساساً روح تحقیق در اسلام نهفته است، در حالی که در مسیحیت، تحقیق و تعقل جایگاهی ندارد. براین اساس، اگر مسلمانان بخواهند دوباره به قدرت و شأن قبلی خودشان در جهان دست پیدا کنند و از فقر و وابستگی رها بشوند، باید دوباره در عرصه‌های علمی به تولید و پیشتازی برسند. بنابراین باید اهمیت تولید علم برای جهان در علوم انسانی و در همه حوزه‌ها، اسلام نیز به درستی تبیین شود. ما برای استقلال و آزادی در تمام زمینه‌ها، انگیزه تولید علم و فناوری داریم؛ در علوم طبیعی، ولی برای اینکه در دام تفکر اومانیستی گرفتار نشویم باید نقش جهان‌بینی اسلامی را در زندگی فردی و اجتماعی مورد بازخوانی قرار دهیم. این توجه در صورتی که با تولید علم جمع شود، ما را از بسیاری پیامدهای شوم و تلخ تولید علم و فناوری در غرب نیز مصون خواهد کرد و می‌توانیم از علم برای سعادت واقعی بشری و در مسیر حرکت توحیدی استفاده کنیم. باید با دقت توجه کنیم که الگوی ما برای رشد علمی به هیچ وجه غرب نیست؛ تمام تلاش‌ها برای این نیست که ما در آخر، به غرب برسیم. غربِ امروز، با معضلات عدیده‌ای مواجه است که ما هرگز مایل نیستیم دچار چنین معضلاتی شویم. راه نجات از این معضلات حرکت در مسیر اسلامی است (غلامی،۱۳۸۷). بنابراین یکی از علومی که باید در تولید علم و فناوری مورد نظر باشد و تقویت شود، علوم

انسانی است، چون علوم انسانی زیربنای توسعه یک کشور است و این موضوع باید به یک دغدغه مشترک ملی تبدیل شود.
البته اگر می‌خواهیم علوم انسانی توسعه پیدا کند، باید آزاداندیش باشیم و وسعت نظر داشته باشیم. اگر این وسعت نظر وجود نداشته باشد، توسعه علم و تحقیق اتفاق نخواهد افتاد. آزادی علمی و استقلال عمل نهادهای مولد علم و اندیشه برای رشد تفکر و نوآوری در جامعه ضروری است؛ به عبارت دیگر لازمه رشد عقلانیت و بروز خلاقیت در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی برخورداری از آزادی و امنیت در بیان و اندیشه است که باید آن را در متن و نه در حاشیه ضرورت توسعه علمی و توسعه دانش‌مدار به حساب آورد (عارف، ۱۳۸۷: ۹).
با توجه به اهمیت علوم انسانی در زمینه تولید علم، مجمع تشخیص مصلحت نظام در مصوبه خود تحت عنوان سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی، که به تأیید مقام معظم رهبری رسیده است، بر طراحی و تدوین متون، کتب و برنامه‌های درسی براساس مبانی فکری اسلام، به‌ویژه در رشته‌های علوم انسانی، در نظام آموزشی و پژوهشی کشور و اهتمام به بسط نظریه‌پردازی در این زمینه تأکید کرده و در ادامه، ایجاد ساختار مناسب برای تحکیم پیوند حوزه و دانشگاه، و تقویت همکاری‌های مستمر راهبردی در عرصه‌های اجتماعی، آموزشی، علمی و تحقیقاتی با تأکید بر نظریه‌پردازی علمی به‌ویژه در علوم انسانی، تبادل استاد و دانشجو، ایجاد مراکز علمی شامل بین رشته‌ای، دوره‌ها و پژوهش‌های مشترک و نظریه‌پردازی علمی در زمینه الگوهای توسعه و رابطه علم و دین با هدف تحقق آرمان‌های انقلاب اسلامی را مورد توجه قرار داده است (مصوبه مورخ ۱۳۸۳/۱۲/۱۵ مجمع تشخیص مصلحت نظام).
بند «د» ماده (۴۳) قانون برنامه چهارم مصوب مجلس شورای اسلامی هم بر بازنگری در ساختار و نوسازی فرآیندهای تحقیقات، آموزش علوم انسانی و مطالعات اجتماعی و فرهنگی، به‌منظور توسعه کیفی و حرفه‌ای شدن پژوهش در حوزه مذکور و ایجاد توانایی نظریه‌پردازی در حوزه‌های اجتماعی در سطح جهانی و پاسخگویی به نیازهای تصمیم‌سازی در دستگاه‌های اجرائی کشور، تأکید کرده است.
با توجه به اینکه حجم زیادی از مقالات و مباحث حوزه علوم انسانی که موتور محرکه تولید علم در حوزه علوم انسانی است در حوزه‌های علمیه کشور تولید می‌شود، شورای عالی انقلاب فرهنگی در ماده واحده‌ای با عنوان «اعتبار و نحوه اعطای امتیاز علمی به مجلات، تأسیس انجمن‌های علمی،

قطب‌های علمی، واحدهای پژوهشی و کرسی‌های نظریه‌پردازی، نقد، مناظره و آزاداندیشی در حوزه علمیه قم» تصویب کرد که مصوبات شورای عالی حوزه علمیهٔ قم درخصوص اعطای امتیاز علمی به مجلات علمی، تأسیس انجمن‌های علمی، قطب‌های علمی و واحدهای پژوهشی و همچنین امتیازات کرسی‌های نظریه‌پردازی، نقد و مناظره و آزاداندیشی در حوزه، دارای اعتبار رسمی بوده و موجد امتیازات قانونی در دانشگاه‌ها و حوزه‌های علمیه می‌باشد (مصوبه مورخ ۱۳۸۷/۰۳/۲۱ شورای عالی انقلاب فرهنگی). مجموعه این مصوبات و مقررات قانونی و فرمایشات اخیر مقام معظم رهبری راه را برای توسعه علوم انسانی و ایجاد یک نهضت فراگیر برای تولید علم در این زمینه فراهم کرده است.

آزاد اندیشی در حوزه علوم انسانی برای ایجاد جنبش نرم‌افزاری، از اهمیت و ضرورت خاصی برخوردار است. اگر این مسئله محقق نگردد، حتی اگر منابع مالی هم افزایش یابد، سودی نخواهد داشت (منتظری مقدم،۱۳۸۴). بنابراین یکی از مؤلفه‌های اساسی در نهضت تولید علم، آزاداندیشی است. اگر ما بخواهیم در کشور، علم، تحقیق و پژوهش توسعه پیدا کند و همگانی شود، باید آزاداندیش باشیم. جنبش نرم‌افزاری به معنای همگانی کردن تولید علم است. اولین راه همگانی کردن تولید علم این است که آزاداندیشی توسعه یابد و همه بتوانند در این فضا وارد کار شوند (منتظری مقدم، ۱۳۸۵). از این رو شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۸۲ هیئت حمایت از کرسی‌های نظریه‌پردازی و مناظره ویژه معارف و علوم انسانی را با هدف زمینه‌سازی ویژه برای نهضت تولید و عرضهٔ نظریهٔ اسلامی در علوم انسانی، نهادینه‌سازی آزادی اندیشه و بیان و امکان تبادل آرای علمی با رعایت اخلاق و منطق گفتگو و قانون اساسی، تشویق نخبگان و مراکز علمی کشور به ارائه نظریات پژوهشی و تولید نظریه در علوم انسانی با اتکا به مبانی اسلامی به‌منظور خروج از جزم‌های ترجمه‌ای و وارداتی و نیز تحجر و قشری‌گری و شفاف‌سازی محل نزاع و ابهام در جبهه‌بندی‌های فکری و فرهنگی و جمع بندی علمی مباحث مهم به‌منظور رشد فرهنگی جامعه تشکیل داد (مصوب جلسات ۵۳۱ و ۵۳۲ و ۵۳۳ مورخ ۹ و ۱۳۸۲/۱۰/۳۰ و ۱۳۸۲/۱۱/۷ شورای عالی انقلاب فرهنگی). شورای عالی انقلاب فرهنگی همچنین اساسنامهٔ شورای گسترش حوزه‌های علمیه را با هدف فراهم‌سازی زمینه گسترش آموزش و پژوهش حوزوی در سراسر کشور و ارتقای سطوح آموزش و پژوهش حوزوی در زمینه علوم و معارف اسلامی تصویب کرد (مصوب جلسه ۵۴۲ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۲۳ شورای عالی انقلاب فرهنگی) و دانشگاه معارف اسلامی نیز وابسته به نهاد نمایندگی

مقام معظم رهبری در دانشگاه‌ها برای تربیت مدرسان معارف اسلامی تشکیل شد (مصوب جلسه ۵۸۳ مورخ ۱۳۸۵/۰۲/۲۶ شورای عالی انقلاب فرهنگی) همچنین شورای عالی انقلاب فرهنگی در جلسه ۵۹۶ مورخ۱۳۸۵/۱۰/۵ خود با تأسیس خانه ملی گفت و گوی آزاد (مصوب جلسه ۵۹۶ مورخ ۱۳۸۵/۱۰/۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی) و تصویب اساسنامه آن، زمینه بیشتری را برای تقویت آزاداندیشی در حوزه علوم انسانی فراهم کرد. این خانه که به‌منظور ایجاد محیط مساعد برای طرح هرگونه فکر و نظر از سوی صاحبان اندیشه و برگزاری مناظرات آزاد با حضور صاحبنظران رشته‌های مربوط، تحت نظارت هیئت حمایت از کرسی‌های نظریه‌پردازی، نقد و مناظره تأسیس شد، گام‌های خوبی را در این زمینه‌ها برداشته است (مصوب جلسه ۵۹۶ مورخ ۱۳۸۵/۱۰/۵ شورای عالی انقلاب فرهنگی) و حتی مرکزی برای ساماندهی ترجمه و نشر معارف اسلامی و علوم انسانی در خارج از کشور تأسیس شد تا باتوجه به بی‌اطلاعی یا کم‌اطلاعی اندیشمندان غیرفارسی زبان از گنجینه معارف اسلامی و علوم انسانی نگاشته شده به زبان فارسی و عربی، اعم از میراث و تولیدات علمی و فرهنگی قبل و بعد از انقلاب، به طرح نظریات اندیشمندان مسلمان در عرصه فکری معاصر بشری بپردازد و به انسجام بخشی، ساماندهی و جلوگیری از ناهماهنگی و موازی کاری در امر انتشار، توزیع و معرفی کتاب‌ها و نشریات الکترونیکی ترجمه شده در حوزه معارف اسلامی و علوم انسانی در سطح کشورهای جهان و به زبان‌های زنده مورد نیاز، زیر نظر سازمان فرهنگ و ارتباطات اسلامی اقدام کند (مصوب جلسه ۶۰۸ مورخ ۱۳۸۶/۰۴/۱۹ شورای عالی انقلاب فرهنگی).

**۶-۴. توسعه فناوری‌های برتر**

یکی از حوزه‌های بسیار مهم و مورد توجه در تولید علم، توسعه فناوری‌های برتر است. حوزه رقابت کشورها در علم و فناوری نیز در دو دهه گذشته، از رتبه آنها در فناوری‌های برتر متأثر شده است. با توجه به این موضوع، توسعه فناوری‌های برتر در سیاست‌های کلی نظام برای دستیابی به سند چشم‌انداز و سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه، مورد توجه قرار گرفت. در این دو سند بر توسعه علوم و فناوری‌های جدید شامل: فناوری زیستی، ریزفناوری، فناوری زیست‌محیطی و فناوری مواد جدید (سیاست‌های کلی چشم‌انداز) و کسب فناوری، به‌ویژه فناوری‌های نو شامل ریزفناوری و فناوری‌های زیستی، اطلاعات و ارتباطات، زیست‌محیطی، هوافضا، علوم شناختی و هسته‌ای (سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه) تأکید شده است.

هرچند قبلاً در زمینه توسعه این فناوری‌ها اقداماتی انجام و سندهایی مصوب

شده بود، اما با توجه به اهمیتی که این فناوری‌ها و توسعه آنها در این مقطع زمانی در کشور داشت، شورای علمی- پژوهشی جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم در سال ۱۳۸۴ در شورای عالی انقلاب فرهنگی تشکیل شد. موضوع تشکیل این شورا به فرمایشات مهم و تأکیدات مقام معظم رهبری در چند سال قبل در مورد جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم برمی‌گشت. به همین دلیل در جلسه شورای معین، شورای عالی انقلاب فرهنگی، این موضوع مطرح شد و مقرر شد که اعضاء شورای عالی انقلاب فرهنگی به صورت تخصصی در مورد جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم، زیر نظر دبیرخانه فعالیت کنند. درنهایت با پیگیری‌های انجام شده، این شورا در ابتدا با عضویت آقایان دکتر محمدرضا عارف، دکتر محمدرضا مخبر دزفولی، دکتر علی منتظری مقدم، دکتر صادق واعظ زاده، دکتر علی اصغر فانی، دکتر مسعود پزشکیان، حجت الاسلام والمسلمین دکتر محسن قمی، دکتر جعفر توفیقی و اینجانب تشکیل شد و بعدها به این ترکیب تعدادی دیگر نیز مانند دکتر کمال خرازی اضافه شدند. دلیل تشکیل این شورا این بود که در بحث نظریه‌پردازی و دانشگاه‌ها باید یک گروه تخصصی تشکیل می‌شد و فراتر از دانشگاه و دولت مسائل را بررسی می‌کرد. لذا نیاز به افراد متخصصی بود که دستگاه‌های اجرایی به آنان اعتماد کنند و بدانند که اینها افرادی هستند که به دستگاه و بخش خودشان فکر نمی‌کنند؛ بلکه بیشتر به آینده کشور و در چارچوب رسالت‌ها و چشم‌انداز نظام جمهوری اسلامی ایران می‌اندیشند. در شرایطی که دولت و نیروها عوض می‌شوند، رکودهایی که در مسائل تجاری و اقتصادی پیش می‌آید، سریعاً جبران می‌شود، ولی در مسائل علمی اگر رکودی پیش آید شاید به زودی قابل جبران نباشد.

این شورا در دو حوزه وارد فعالیت شد. بخشی از فعالیت‌های شورا به اجرای بخش توسعه علمی سند چشم‌انداز و برنامه چهارم توسعه اختصاص داده شد و در این زمینه الزامات سند چشم‌انداز توسعه در بحث علم و فناوری، ارزیابی کلان تولید علم و فناوری در کشور، مدیریت راهبردی جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید و مهندسی فرهنگی علم و نظام جامع علمی کشور، برنامه‌های توسعه علمی کشور و سند آن، برنامه‌ها و فعالیت‌های وزارت بهداشت در راستای توسعه علمی کشور و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام مورد بررسی قرار گرفت. اما بخش اصلی فعالیت‌های آن به توسعه فناوری‌های برتر با تمرکز بر حوزه پنج فناوری اصلی ذکر شده در سیاست‌های کلی گذشت. این شورا در حوزه فناوری اطلاعات، بازنگری و اصلاح آیین‌نامه شورای عالی اطلاع‌رسانی (مصوب جلسه ۵۶۵ مورخ ۱۳۸۴/۰۴/۲۱ شورای عالی انقلاب

فرهنگی) و سند جامع توسعه جامعه اطلاعاتی ایران را تصویب کرده است. در حوزه هوافضا، سند جامع هواوفضا؛ در حوزه زیست‌فناوری، راهبردهای زیست‌فناوری (مصوب جلسه ۶۱۵ مورخ ۱۳۸۶/۰۹/۰۶ شورای عالی انقلاب فرهنگی) و در حوزه نانو فناوری تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، سیاست‌ها و راهبردهای ارتقاء و توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران (مصوب جلسه ۵۸۲ مورخ ۱۳۸۵/۰۲/۱۲ شورای عالی انقلاب فرهنگی)، را تصویب کرده است. البته هیئت وزیران هم راهبرد ده‌سالهٔ توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران را در سال ۱۳۸۴ تصویب کرده است. در حوزه زیست‌محیطی نیز این شورا سند جامع زیست‌محیطی کشور را تصویب کرده و برای فناوری شناختی هم با تشکیل کارگروهی در صدد تدوین سند توسعه علوم شناختی بوده است که به زودی به تصویب خواهد رسید.

با توجه به اهمیت بحث فناوری‌های برتر در بحث تولید علم و فناوری در فصلی مستقل به این موضوع می‌پردازیم و وضعیت موجود و دستاوردهای کشور در این حوزه را تشریح می‌کنیم.

**۷-۴. فرهنگ‌سازی**

برای شکل‌گیری یک نهضت به معنای دقیق کلمه، باید یک اراده ملی به وجود آید؛ یعنی ابتدا برای عموم مردم روشن شود که تولید علم چه رابطه‌ای با توسعه و منافع ملی دارد و به عبارتی، ارزش سرمایه‌گذاری در این عرصه چه میزان است و چرا باید تمام امکانات ملی را برای تولید علم بسیج کرد. در غیر این صورت نهضتی، پدید نخواهد آمد و حرکت جامعه، فراگیر نخواهد بود. عدم پدید آمدن چنین نهضتی سبب می‌گردد، هم زمان رسیدن به هدف بسیار طولانی شود و هم پیمودن راه، بسیار سخت و طاقت‌فرسا گردد. وقتی تولید علم در جامعه تبدیل به والاترین ارزش شود، محقق، جایگاه واقعی خود را در جامعه پیدا می‌کند. در حال حاضر در کشور، عمدتاً، به تحقیق در ساختار کلان مدیریت کشور به عنوان روندی نگاه می‌شود که در عملیات اجرایی فایده و تأثیری ندارد. بنابراین یک محقق با ده‌ها مشکل پیش پا افتاده درگیر است و نمی‌تواند فضا و شرایط مطلوب را برای کار پژوهشی خود فراهم کند. در چنین وضعیتی جایگاه مراکز پژوهشی نیز در حد «تزئینات» در کشور تنزل می‌یابد. در کشورهای توسعه یافته ده‌ها شهر پژوهشی وجود دارد که همه تسهیلات و امکانات را برای پژوهشگران مستعد فراهم کرده اند (غلامی،۱۳۸۷). توجه زیاد به پژوهش به این دلیل است که ابتدا فرهنگ پژوهش محوری در این کشورها ایجاد شده است. تولید علم در جامعه از ارزش‌ها، دانش‌ها، معـــلومات،

فنـون و تکنیک‌های آن جامعه تأثیر می‌پذیرد و فرهنگ مناسب، زمینه نوآوری، اکتشاف، اختراع و تولید علمی را مهیا می‌سازد. تولید علم جدید سبب ذخیره علمی و غنی شدن فرهنگ شده و در آن صورت، عناصر تغییرات اجتماعی آماده پذیرش پیشرفت‌های جدید می‌شوند و در نتیجه زمینه توسعه درون‌زا فراهم می‌گردد.

اگر اهمیت علم و فناوری به صورت باور مردم جامعه درنیاید، دستیابی به تولید علم مشکل خواهد بود، چون علم در هر فرهنگی رشد نمی‌کند، همچنان که اقتصاد هم در هر فرهنگی رشد نمی‌کند. وقتی مهندسی فرهنگی در حال انجام است، باید مشخص شود علم در چه فرهنگی رشد می‌کند؛ یعنی فرهنگ عمومی باید چه مؤلفه‌هایی داشته باشد که تحریک‌کننده تولید علم و توسعه علمی باشد. همچنین باید مشخص گردد تا به حال فرهنگ جامعه فاقد چه مؤلفه‌هایی بوده که علم رشد نکرده است. فرهنگی که ما در جامعه، خانواده، آموزش و پرورش، صدا و سیما، محیط‌های کوچه و خیابان داریم، علم پرور و عالم پرور نبوده و فاقد مؤلفه‌های مؤثر می‌باشد (توفیقی، ۱۳۸۵). بنابراین فرهنگ‌سازی یکی از شروط لازم برای اجرای موفقیت‌آمیز فرایند تولید علم است، به‌طوری که بهتر است بگوییم فرهنگ‌سازی حلقه مفقوده بسیاری از سیاست‌گذاری‌های کشور و عامل اجرایی نشدن بسیاری از برنامه‌های بخشی و فرابخشی است. سیاست‌سازی و سیاست‌گذاری، بدون فرهنگ‌سازی امکان‌پذیر نیست. (روش تعیین اولویت‌های پژوهش و فناوری در کشور، ۱۳۸۷).

با توجه به اهمیت این موضوع، شورای عالی انقلاب فرهنگی برای فرهنگ‌سازی در حوزه تولید علم، سه مصوبه گذرانده است؛ در مصوبه «موانع تحقیق و نوآوری در جمهوری اسلامی ایران و راهکارهای رفع آن» ۱۲ بند به عنوان موانع مربوط به فرهنگ تحقیق به شرح ذیل آمده است:

۱ . آموزش محوری نظام تعلیم و تربیت کشور،

۲ . عدم ترویج فرهنگ کارگروهی،

۳ . ضعف سرمایه‌گـــذاری برای تولید دانش و عـــدم توجه به زایش تفـــکر و اندیشه،

۴ . فقدان باورپژوهشی در سطح کشور،

۵ . فقدان انگیزه فرهنگی در امر پژوهش،

۶ . ناآشنایی بسیاری از محققان با تعاریف، مفاهیم و روش‌های تحقیق براساس استانداردهای بین‌المللی،

۷ . فقدان عزم ملی در زمینه تولید و نوآوری به اتکای تحقیق،

۸ . فقدان زمینه‌های کافی برای تقاضا و سفارش‌های پژوهشی و انجام طرح‌های تحقیقاتی در سطوح بالای مدیریت کشور،
۹ . تعمیق شکاف علمی و فنی میان کشور و جهان،
۱۰ . فقدان فضای علمی و تحقیقاتی مناسب در کشور،
۱۱ . ناآشنایی مأموران گمرکی در ارتباط با مواد تحقیق، تجهیزات پژوهشی و فرهنگ تحقیق،
۱۲ . فقدان ترویج دانش در میان مردم و ایجاد فرهنگ تقاضای استفاده از نتایج و دستاوردهای محققان.

برای رفع این موانع نیز بر ایجاد فرهنگ نیاز به تحقیق، نوآوری، پژوهش باوری و فضای علمی و تحقیقاتی در کشور و اصلاح نظام آموزشی در راستای پژوهش محوری تأکید شده است. همچنین با توجه به اهمیت رسانه ملی در فرهنگ‌سازی برای رشد علمی کشور در بند «۱۹» «راهبردها و راهکارهای ارتقای فعالیت‌های سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران» سازمان صداوسیما موظف شده به عنوان پیشگام در جنبش آزاداندیشی مبتنی بر آموزه‌های مقام معظم رهبری و با رعایت اخلاق، منطق و آزادی، افزون بر تداوم این رویکرد در حوزه سیاست، در سایر زمینه‌های فکری، علمی و فرهنگی، با برگزاری مجالس مناظره و با فراخوانی اندیشمندان برجسته به این نهضت رونق بخشد (مصوب جلسه ۵۶۹ مورخ ۱۳۸۴/۰۷/۱۲ شورای عالی انقلاب فرهنگی). حتی نامگذاری ۲۰ فروردین ماه به عنوان «روز ملی فناوری هسته‌ای»(مصوب جلسه ۵۸۹ مورخ ۱۳۸۵/۰۶/۱۴ شورای عالی انقلاب فرهنگی) هم در راستای فرهنگ‌سازی و توجه به تولید علم و فناوری انجام شده است.

فضای علمی و تحقیقاتی کشور، به برکت انقلاب اسلامی و سرمایه‌گذاری انجام شده، جهش‌های خوبی داشته و روند توسعه علمی کشور رو به رشد است؛ اما باید نگرانی‌های محققان و پژوهشگران را از بین برد، دغدغه‌هایی که آنها را آزار می‌دهد، تنها مسائل مالی نیست و باید به مؤلفه‌های دیگر نیز توجه کرد. انقلاب اسلامی روحیه خودباوری را در محققان، استادان و پژوهشگران ایجاد کرده است، که معمار اصلی آن امام(ره) بوده است. بنابراین اگرچه محققان کشور امکانات زیادی ندارند، ولی چون در این فضا و فرهنگ، به برکت انقلاب و فرهنگ و تمدن اسلامی تربیت شده‌اند، از روحیه و پشتکار بالایی برخوردارند. بنابراین به هر میزانی که فرهنگ پژوهش‌محوری و علم‌باوری در جامعه رشد کند به همان میزان بستر تولید علم و فناوری در کشور فراهم می‌شود.

### ۸-۴. تعیین شاخص‌ها و نظارت و ارزیابی

در تعریف هر واقعیت، ملاک‌ها و معرف‌هایی لازم است که به کمک آنها بتوان خصوصیات کیفی را به قالب کمی تبدیل و در نتیجه ویژگی آن واقعیت را به زبان معینی بیان کرد. از طریق شاخص‌ها می‌توان متغیرهای کیفی را شناخت و راه را برای بررسی مقایسه‌ای، ارزیابی و تحلیل اوضاع هموار ساخت. عمل شاخص‌سازی، راهی برای اندازه‌گیری وضعیت، ابزاری برای نمایش روند تغییرات و بیان مشکلات و انگیزه‌ای برای جستجو در ارائه راه‌حل‌ها، کنترل واقعیت‌ها و پیش‌بینی روند امور و مسائل در آینده است.

هر معیار و شاخصی مطمئناً برای تحقق هدفی ایجاد می‌گردد. سنجش میزان تولید علم، همچون سایر پدیده‌ها نیاز به معیارها و شاخص‌های خاص خود دارد. سنجش تولید علم، در بعد کمی و کیفی امروزه نه تنها امری پذیرفته شده، بلکه یک ضرورت است. شاخص یعنی تعریف عملیاتی مفاهیم انتزاعی به مفاهیم انضمامی با استفاده از شاخص‌های معتبر، موجود و قابل اندازه‌گیری. شاخص‌سازی کیفی را شاخص‌سازی زبانی می‌گوییم و شاخص‌سازی کمی را شاخص‌سازی عددی می‌نامیم. شاخص‌ها و معیارهایی که برای رسیدن به هر استانداردی ایجاد می‌گردد، باید قابلیت سنجش چند و چون و یا به عبارت دیگر کمیت و کیفیت را داشته باشد و نباید در فرآیند سنجش و استانداردسازی یکی فدای دیگری شود. از طرف دیگر استفاده از شاخص‌ها در زمینه تولید علم و فناوری باید به ایجاد رقابت سالم علمی و ترغیب دانشمندان، پژوهشگران و اندیشمندان منجر شود و چنانچه شاخصی در این راستا نباشد، باید مورد بازبینی قرار گیرد و اصلاح شود (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۵).

همان‌گونه که داشتن علم و فناوری موجب ارتقاء اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، اخلاقی و به‌طور کلی توسعه همه‌جانبه می‌شود، ارزیابی علم و فناوری نیز موجب توسعه در رشد علم و فناوری خواهد شد. در واقع ارزیابی علم و فناوری به سیاست‌گذاران و مدیران اجرایی کشور امکان جهت‌دهی به پژوهش و تحقیق، افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از امکانات را می‌دهد.

در زمینهٔ شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری، پیشرفت علمی و تولیدات علمی در کشور توجه به سه نکته ضروری است؛ اول اینکه در محاسبات، اعداد و ارقام را باید در نظر گرفت. به عبارت دیگر در برنامه‌ریزی‌ها کمیت باید از اهمیت ویژه‌ایی برخوردار باشد. دوم اینکه باید مسیر را هدف‌گذاری و امکانات را به‌طور هدفمند به سمت آن هدایت کرد و در نهایت اهداف را به صورت شفاف و دقیق بررسی و اعلام کرد و بر روی چند مورد تمرکز کرد.

تلاش زیاد، صرف بودجه و بسیج امکانات بدون مدیریت لازم و جهت‌گیری صحیح در بلندمدت نتیجهٔ دلخواه را به بار نخواهد آورد و مشخص نخواهد شد که میزان تحقق اهداف در چه سطحی قرار دارد. در این زمینه اولین کار، استاندارد کردن بحث‌های علمی است. یکی از مباحث مهم در این خصوص این است که باید معیار سنجش تعریف شده با معیارهای جهانی هماهنگ باشد زیرا نمی‌توان معیاری اختصاصی برای کشور داشت و از آن برای مقایسه وضعیت کشور با سایر کشورهای جهان استفاده کرد (پزشکیان، ۱۳۸۵).

اجرای هر برنامه در کشور نیازمند پایش وضعیت از طریق شاخص‌های تعریف شده است. این پایش هم باید در سطح داخلی انجام گیرد و هم در سطح کشورهای منطقه تا بتواند میزان پیشرفت کشور را نسبت به وضعیت قبلی خود و همچنین نسبت به وضعیت رقبا منطقه‌ای نشان دهد (پزشکیان، ۱۳۸۵).

با توجه به اینکه یکی از اهداف چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور کسب رتبه اول علمی در منطقه است، برای کنترل میزان حرکت کشور به سمت این هدف در طول برنامه‌ها، لازم است شاخص‌هایی تعیین شود تا با کمک آنها بتوان در هر زمان (یا هر سال) موقعیت کشور در بین سایر کشورها (به خصوص کشورهای منطقه) را از لحاظ تولیدات علمی معین کرد.

باتوجه به اهمیت شاخص‌ها برای ارزیابی میزان تولید علم در کشور و مقایسه آن با وضعیت جهانی، شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۸۱ «شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری» را مصوب کرد. این سند، شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری را به دو دسته کلان و خرد و پنج بخش شامل:

۱. شاخص‌های انسانی،
۲. شاخص‌های مالی،
۳. شاخص‌های ساختاری،
۴. شاخص‌های عملکردی،
۵. شاخص‌های بهره‌وری تقسیم کرده است. همچنین به شاخص‌های کیفی ارزیابی علم و فناوری نیز توجه کرده است(مصوب جلسهٔ ۵۱۰ مورخ ۱۳۸۱/۱۰/۲۴ شورای عالی انقلاب فرهنگی). بر مبنای این شاخص‌ها تاکنون چهار ارزیابی از وضعیت علم و فناوری کشور انجام شده است که در فصل بعد به نتایج بررسی این شاخص‌ها و روند آنها می‌پردازیم. همچنین این شورا در سال ۱۳۸۳ به‌منظور بررسی و ارزیابی آموزش عالی و تدوین شاخص‌ها و ضوابط ارزیابی، به تدوین مؤلفه‌های اصلی و شاخص‌های آموزش عالی در گستره ارزیابی کلان و خرد اهتمام ورزیده است. بر این مبنا شاخص‌های

ارزیابی کلان و خرد آموزش عالی در دو بخش کمی و کیفی و در ۶ بخش شامل: شاخص‌های کلی، شاخص‌های آموزشی، شاخص‌های پژوهشی، شاخص‌های دانشجویی، شاخص‌های فرهنگی و شاخص‌های اعتبارات و امکانات به تصویب رسیده و بر مبنای این شاخص‌ها هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورا به ارزیابی وضعیت آموزش عالی کشور اقدام کرده است.

مجمع تشخیص مصلحت نظام هم در ماده (۵) مقررات نظارت بر حسن اجرای سیاست‌های کلی نظام، دستگاه‌های مندرج در ماده (۳) این مصوبه را موظف کرده است تا گزارش‌های ادواری خود شامل گزارش‌های سالیانه و پنجساله را از نحوهٔ اجرای سیاست‌های کلی و میزان تحقق آنها براساس شاخص‌ها و نماگرها تهیه و به مجمع ارسال کنند.

شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۸۶ در مواد (۱) و (۳) مصوبه «راهکارهای ارتقای عملکرد دانشگاه آزاد اسلامی در حوزه علم و فناوری»، دانشگاه آزاد اسلامی را موظف کرده است تا شاخص‌های توسعه کیفی خود را مشتمل بر: نسبت استاد به دانشجو، نسبت اعضای هیئت علمی تمام وقت با رتبه استادیاری و بالاتر به کل اعضای هیئت علمی، نسبت تعداد مقالات مندرج در نشریات علمی - پژوهشی (مورد تأیید وزارتین) به تعداد دانش‌آموختگان دوره‌های تحصیلات تکمیلی، فضاهای آموزشی و پژوهشی و... که باید حداکثر تا پنج سال آینده محقق کند، به همراه برنامه اجرایی آن تهیه، تدوین و برای بررسی، تأیید و نظارت بر تحقق آنها به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ارائه دهد و توسعه کمی دانشگاه آزاد اسلامی در زمینه افزایش تعداد دانشجو، رشته‌های تحصیلی و رشته - محل هم مشروط به ارتقای شاخص‌های کیفی شده است(مصوب جلسه ۶۰۵ مورخ ۱۳۸۶/۰۳/۰۸ شورای عالی انقلاب فرهنگی).

بنابراین شاخص‌سازی و ارزیابی آن هم - که یکی از بسترهای اصلی تولید علم و فناوری در رقابت جهانی است - تدوین شده و در چند مرحله ارزیابی نیز شده است و رشد علمی کشور در یک فرایند برنامه‌ریزی شده در حال پیشرفت می‌باشد.

**نتیجه‌گیری**

جدا از برخی انتقادها در ارتباط با بعضی از جهت‌گیری‌های سیاسی در حوزه فعالیت مراکز تولید علم، روند فعالیت‌های تولید علم در ۶ - ۷ سال گذشته، روند مثبتی بوده است. زمینه‌های قانونی این موضوع فراهم شده، و برخی از دستاوردهای آن نیز مشخص شده و آینده روشنی در پیش است.

کشور در مسیر نهضت نرم‌افزاری قرار گرفته است و باید روند حرکت آن در این مسیر تقویت و پشتیبانی شود. بررسی مقررات این حوزه، نشان‌دهنده به وجود آمدن تحولات ارزشمند و مفاهیم تازه‌ای در توسعه علمی کشور می‌باشد. این مقررات و مفاهیم پیش درآمدهای خوبی برای تحولات علمی در یک کشور است. گام اول که تصویب قوانین و مقررات لازم و بسترسازی قانونی بوده، انجام شده ولی مسئله مهمتر، اجرای این قوانین است. به‌منظور عملیاتی شدن این قوانین، باید سازوکارهای لازم پیش‌بینی شود و در جهت‌گیری‌های آینده باید از این روندها مراقبت شود.

از زمانی که این گزاره‌های متعالی در سطح جامعه منتشر شده است، جنب و جوشی بین نخبگان و دانشگاهیان به وجود آمده است و همگان متوجه عزم کشور برای توسعه علمی شده‌اند؛ یعنی از وقتی تمام مکانیسم‌های تشویقی برای جذب نخبگان و برگرداندن آنان به کار گرفته شده، روند روبه رشدی در تولید علم ایجاد شده است. در فصل بعدی به دستاوردهای کشور در این زمینه می‌پردازیم.

۵

# بـــررسی و ارزیابی وضعیت شاخص‌های علمـــی کشـــور

مفاد سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران گویای آن است که کشور در افق ۱۴۰۴ از دانش پیشرفته، توانایی در تولید علم و فناوری و متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی برخوردار خواهد شد (گزارش مقایسه‌ای برخی از شاخص‌های آموزشی کشورهای منطقه در دوره ده ساله منتهی به سال ۱۳۸۴، ۱۳۸۵). ارزیابی سامانه علم و فناوری کشور و تبیین وضع موجود و عملکرد آن از ضروری‌ترین ابزارهای لازم برای برنامه‌ریزی، ارتقاء و بهبود وضعیت آن به‌شمار می‌آید. بررسی وضعیت تولیدات علمی کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها تصویر مناسبی از جایگاه ایران و عملکرد سامانه علم و فناوری ارائه خواهد کرد (بررسی وضعیت انتشارات علمی ایران با نگاهی به تولید علم در دانشگاه‌ها، ۱۳۸۷). در این بخش به بررسی و ارزیابی شاخص‌های تولید علم در کشور می‌پردازیم.

**۵-۱. مفهوم شاخص تولید علم**

امروزه واژه «تولید علم» در ادبیات کشور جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است، به‌طوری که نهضت تولید علم و فناوری اذهان تمام سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان امور علمی و پژوهشی کشور را به خود مشغول کرده و در جای جای مستندات علمی و برنامه‌های توسعه و سند چشم‌انداز و افق‌های آرمانی کشور، ارتقاء تولید علم و احراز جایگاه نخست علمی هدف‌گذاری شده است.

در ارزیابی‌های علم‌سنجی نیز اصلی‌ترین معیار برای تعیین جایگاه علمی و رتبه‌بندی کشورها، میزان مشارکت در تولید علم، نوآوری، فناوری و به‌طور کلی مشارکت در روند توسعه علم جهانی عنوان شده است (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).

قانون شاخص‌های فراگیر، ما را متوجه جنبه‌های گوناگون فعالیت‌های جامعه می‌کند. مجموعه این فعالیت‌ها را می‌توان سنجش‌پذیر کرد و برای هر یک پارامتر یا شاخصی تعریف کرد (خنیفر، ۱۳۸۸).

شاخص مطلق تولید علم در اقتصاد نقش عمده‌ای در تعیین میزان دانش و دانایی ایفا می‌کند و شاخص تولید علم نسبی نشان می‌دهد مدیریت جامعه تا چه میزان توانسته است، جامعه را در جهت تولید علم هدایت کند، هر چند نقش مدیریت در مورد شاخص اول هم حائز اهمیت است (حقانی، ۱۳۸۴).

تولید علم، معقول‌ترین و معتبرترین شاخص سنجش رتبه و جایگاه علمی کشورها محسوب می‌شود و تعداد مقالات علمی معتبر بین‌المللی منتشر شده در نشریات بین‌المللی نیز به واسطه اینکه از محاسبات بسیار دقیق و روشن و به دور از هرگونه دستکاری تدوین می‌شوند، معیار تولید علم به حساب می‌آیند، علاوه بر آن استانداردسازی علمی و به‌ویژه تولید مجلات معتبر علمی و نمایه‌سازی آنان در مؤسسات بین‌المللی نیز ملاک تولید علم در کشور قلمداد می‌شود (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).

مصادیق «تولید علمی» یک ارتباط تنگاتنگ با هم دارند که در جامعه ما متأسفانه فقط بحث مقاله بزرگ‌نمایی شده است. این مصادیق باید بطور عام و فراگیر مورد توجه قرار گیرند، مصادیق متعددی برای شاخص تولید علم مدنظر است که عبارتند از:

الف) پژوهش‌های بنیادی و مقالات بین‌المللی،

ب) پژوهش‌های کاربردی،

ج) اختراع با داوری بین‌المللی و معتبر،

د) تألیف کتاب با تأیید مراجع علمی معتبر،

هـ ) گزارش‌های علمی،

و) مجلات معتبر علمی (حسن زاده، ۱۳۸۸).

**۲-۵. ضرورت بررسی شاخص‌های تولید علم**

در دنیای امروز قانون شاخص‌ها در همه امور مطرح است، یعنی مجموعه‌ای از شاخص‌های مختلف وجود دارد که باید همواره در حال رشد باشد در غیر این صورت رکود و ایستایی در انتظار جامعه خواهد بود (خنیفر، ۱۳۸۸).

تولید و گسترش علم تأثیر بسیار عمیقی در تمام حوزه‌های اقتصادی،

اجتماعی و فرهنگی یک کشور دارد. کشورهای تولیدکننده علم، تولیدکننده فناوری نیز به‌شمار می‌آیند و کشورهای مرفه جهان هستند. برای تبدیل علم به فناوری باید بسترها و سازوکارهای گوناگونی را به‌کار بست. شاخص تولید علم و اکتشاف دانش، نشر مقاله است، اما شاخص تولید فناوری از اکتشاف یک ابداع و یا اختراع جدید و نو در سطح بین‌الملل آغاز می‌شود که باید از نظر اقتصادی حائز اهمیت باشد که منجر به ثبت اختراع شود. ثبت اختراع به‌وسیله مؤسسه خاصی در بعضی از کشورها صادر می‌شود و هر نوع بهره‌برداری مالی و اقتصادی از ابداع و یا اختراع مربوط تا مدت زمان خاصی در اختیار مبتکر قرار داده می‌شود و حق مالکیت آن را از دیگران سلب می‌کند. در بررسی روند توسعه علمی و فناوری کشورهای پیشتاز صنعتی جهان در می‌یابیم که بیشتر این کشورها، نخست شالوده‌های علمی و بسترهای فناوری را بنا کرده‌اند. تنها کشوری که از فناوری شروع کرده، ژاپن است؛ اما آمریکا در بستر علم، تکنولوژی خود را شروع کرده‌اند. فرانسه و انگلستان و آلمان هم به همین ترتیب. ژاپن هم که از کپی‌برداری فناوری غرب شروع کرده بود، سپس به بومی کردن فناوری پرداخت و از سال ۱۹۸۰ دیگر نتوانست این راه را ادامه دهد و مجبور شد که صاحب تولید دانش شود. به شکلی که اطلاعیه ملی خود را صادر کرد که باید دانش را از هر جا و به هر نحو کسب کرد. این یک عزم ملی برای به‌دست آوردن علم و دانش بود که با سخت کوشی ویژه ژاپنی‌ها، این نیت عملی محقق شد و امروز ژاپن مقام دوم تولیدکننده علم در بین کشورهای جهان است (حقانی، ۱۳۸۴). توجه به این شاخص نشان خواهد داد که رشد و پویایی یک جامعه امری نیست که بتوان با شعار آن را محقق کرد، بلکه عزم ملی و برنامه‌ریزی می‌طلبد (خنیفر، ۱۳۸۸).

**۵-۳. دسته‌بندی شاخص‌های مطرح در تولید علم**

مجلات علمی از نخستین و معتبرترین منابعی هستند که پیشرفت‌های علمی را منعکس می‌سازند. مجله عبارت از نشریه‌ای است با عنوان مشخص که به صورت شماره‌ها یا جزوه‌های پیاپی، معمولاً با فاصله زمانی منظم و با مدت نامحدود منتشر می‌شود و حاوی مقاله‌هایی درباره موضوعات گوناگون از نویسندگان مختلف است. مجله می‌تواند به مبحثی خاص محدود باشد یا دارای مقاله‌ها و موضوعاتی در زمینه‌های متنوع باشد. هر مجله می‌تواند موضوعات مختلفی را در شماره‌های خود بررسی کند یا اینکه بر روی یک موضوع خاص متمرکز شود، که در این صورت به مجله‌ای تخصصی تبدیل خواهد شد. مجلات علمی از این دسته‌اند؛ یعنی مجلاتی که به صورت تخصصی و

متمرکز بر محور موضوعات و فعالیت‌های علمی و پژوهشی، سازمان یافته‌اند. به تعبیری دیگر، مجلات علمی مجلاتی هستند که مطالب بدیع و تازه علوم را منتقل و با روشی خاص بیان می‌کنند. به‌طورکلی مجله علمی، نگرش جدیدی نسبت به علوم و آینده آن دارد و به‌زعم اکثر صاحبنظران، مجله علمی را باید مجموعه دانستنی‌ها و معارف جامعه دانست که به‌طور تخصصی و آکادمیک به انتقال آنها می‌پردازد (بررسی وضعیت انتشارات علمی ایران با نگاهی به تولید علم در دانشگاه‌ها، ۱۳۸۷).

در حال حاضر، یکی از مهمترین شاخص‌های تولید علم در دنیا، تعداد مقالات چاپ شده در مجلات بین‌المللی مانند ISI می‌باشد (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).

از شاخصه‌های عمده تولید علم، حضور در عرصه‌های فراملی و بین‌المللی است که عمدتاً به‌معنای حضور در مجلات معتبر و همایش‌ها و سمینارها و سمپوزیوم‌های بین‌المللی است (منصوری، ۱۳۸۲).

تولید علم دارای دو شاخص کلی است، یکی تعداد مقالات علمی و پژوهشی با دستاورد بین‌المللی و دیگری میزان اثربخشی مقالات جهان علم، با دستیابی به این دو شاخص تا حدود ۹۰ درصد می‌توان به میزان تولید علم یک کشور پی برد (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).

علم، دارای سه ویژگی به هم پیوسته شامل کسب، انتقال و کاربرد است. می‌توان گفت تولید علم با انجام پژوهش و انتقال یافته‌های پژوهشی (برای مثال: آموزش، انتشار مقاله، انتقال فناوری و...) آغاز می‌شود و سپس با توسعه محصولات باب بازار به مدد جامعه می‌آید. بنابراین زمانی تولید علم صورت می‌گیرد که علم کسب شده، در حل مشکلات بشری کاربرد داشته باشد. از مصادیق تولید علم عبارت از واکسن فلج کودکان، پینی سیلین، تلفن همراه، اینترنت و انرژی هسته‌ای است. شایان ذکر است که معمولاً مأموریت دانشگاه‌های پیشرو نیز براساس سه ویژگی علم یعنی پژوهش (کسب)، انتقال (آموزش) و کاربرد (خدمات اجتماعی) تعریف می‌شود (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).

متأسفانه آمار ارائه شده در مورد شاخص‌های رشد و تولید علم، دارای اشکالات فراوانی است که از آن جمله می‌توان به وجود ضعف‌ها و بعضاً تناقض‌ها اشاره کرد. در این پژوهش سعی شده است که با بررسی آمار مختلف معتبرترین و جامع‌ترین اطلاعات استخراج شود. آمار ارائه شده به‌وسیله مرکز آمار ایران و تحلیل‌ها و ارزیابی‌های کلان علم و فناوری به‌وسیله هیئت نظارت و ارزیابی شورای عالی انقلاب فرهنگی و نقشه جامع علمی کشور، مبنای عمل در این

پژوهش بوده است. مرکز آمار ایران از سال ۱۳۷۵ به‌صورت دوسالانه به ارائه و تکمیل آمار در حوزه علم و فناوری اقدام کرده است که در زمان انجام این پژوهش تا سال ۱۳۸۳ آمار قطعی استخراج و به‌وسیله این مرکز ارائه شده است. در برخی بخش‌ها نیز آمار سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ ارائه شده است که از آنها نیز در این تحقیق بهره‌گیری شده است. در مورد آمار سال‌های پیش از ۱۳۷۵ نیز با توجه به عدم وجود گزارش‌های مرتبط از طرف مرکز آمار ایران، چندین تحقیق وجود دارد که آنها نیز مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که برخی شاخص‌ها نیز طی سال‌های اخیر به شاخص‌های رشد و تولید علم افزوده شده‌اند که از این‌رو آمار این شاخص‌ها در سال‌های اخیر استخراج شده است. به‌طور کلی اغلب آمار ارائه شده در این بخش برای سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ می‌باشد که معتبرترین و کامل‌ترین بازه زمانی آمار شاخص‌های علم و فناوری را در حال حاضر شامل می‌شود. با وجود ضعف‌های بیان شده در آمار شاخص‌های رشد و تولید علم، بررسی آمار موجود نیز حاوی مطالب بسیار ارزشمندی است که از آن جمله می‌توان به رشد و توسعه علم در بسیاری از بخش‌ها اشاره کرد. با این مقدمه به بررسی شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری تحت عنوان الف) شاخص‌های نیروی انسانی، ب) شاخص‌های مالی، ج) شاخص‌های ساختاری، د) شاخص‌های عملکردی، هـ) شاخص‌های بهره‌وری، و) شاخص‌های فناوری می‌پردازیم.

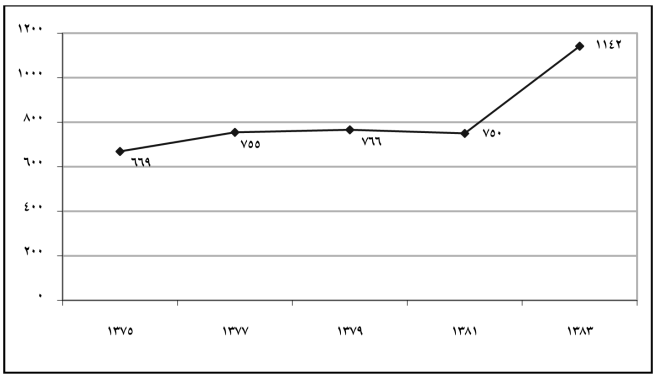
**۱-۳-۵. شاخص‌های نیروی انسانی**

شاخص‌های کلان نیروی انسانی در ارزیابی علم و فناوری کشور عبارتند از:

۱. تعداد شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت،
۲. درصد محققان، کارشناسان پژوهشی، کاردان‌ها و نیروهای پشتیبانی و خدمات از کل شاغلان تحقیقاتی به تفکیک،
۳. تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت،
۴. تعداد اعضای هیئت علمی،
۵. درصد اعضای هیئت علمی تمام‌وقت و پاره‌وقت از کل اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی،
۶. نسبت دانشجویان به اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی،
۷. نرخ رشد پذیرش دانشجو در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی،
۸. تعداد دانشجویان دانشگاه‌ها،
۹. تعداد دانشجویان دانشگاه‌ها در یک میلیون نفر جمعیت،
۱۰. تعداد فارغ‌التحصیلان تحصیلات تکمیلی،

الف). تعداد شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت

تعداد شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت، از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱ افزایش قابل توجهی را نشان نمی‌دهد؛ ولی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ حدود ۵۲ درصد افزایش داشته است. دلیل این افزایش ناگهانی را می‌توان علاوه‌بر توجه بیشتر به امر تحقیق و توسعه و گسترش کمّی و کیفی این واحدها، در روش‌های جدید مرکز آمار ایران در جمع‌آوری آمارهای مربوط به مراکز تحقیق و توسعه و پوشش کامل‌تر نیروی تحقیق و توسعه کشور جستجو کرد. در گذشته تنها اعضای هیئت علمی شاغل در معاونت پژوهشی دانشگاه‌ها که دارای پست پژوهشی بودند به عنوان محقق محسوب می‌شدند در حالی که اکنون تمام اعضای هیئت علمی که در سال ۱۳۸۳ مشغول به تحقیقات بوده و طرح پژوهشی داشته‌اند، محقق محسوب شده‌اند (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

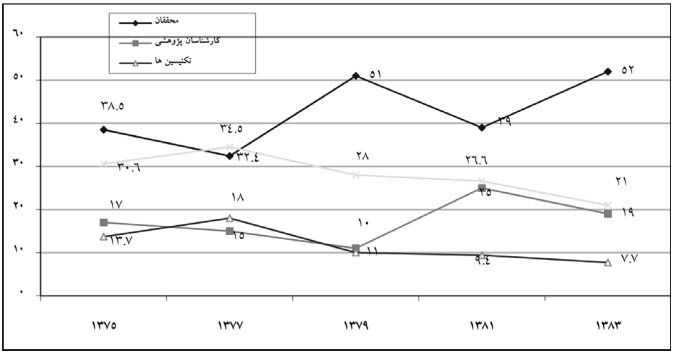



نمودار ۳. تعداد شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت

**ب) درصد محققان، کارشناسان پژوهشی، کاردان‌ها و نیروهای پشتیبانی و خدمات از کل شاغلان تحقیقاتی**

نمودار زیر ترکیب جمعیتی نیروی انسانی تحقیق و توسعه کشور را طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ نشان می‌دهد. همان طور که از این نمودار پیداست در سال ۱۳۸۳ محققان حدود ۵۲ درصد نیروی تحقیق و توسعه کشور را تشکیل می‌دهند که می‌توان آن را ناشی از سیاست‌های کلان کشور برای افزایش نیروهای متخصص در امر تحقیق و توسعه دانست. در سال ۱۳۸۳ در مقایسه با سال ۸۱ تنها درصد محققان از کل شاغلان تحقیقاتی افزایش یافته است و درصد کارشناسان پژوهشی، تکنیسین‌ها و نیروهای پشتیبانی و خدمات به نسبت زیادی، کاهش یافته است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

نمودار ۴. درصد محققان، کارشناسان پژوهشی، تکنیسینها و نیروهای پشتیبانی و خدمات از کل شاغلان تحقیقاتی

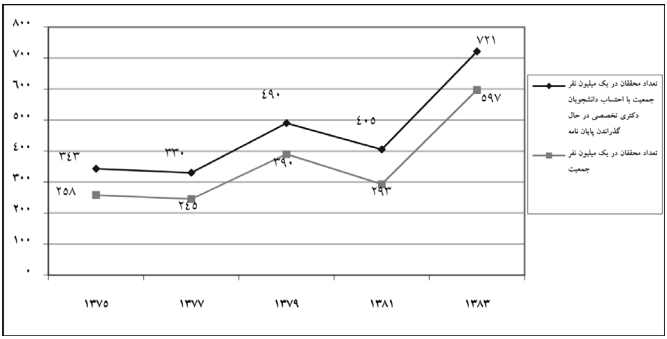



**ج) تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت**

شاخص تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت از مهمترین شاخص‌های ارزیابی نیروی انسانی در سامانه علم و فناوری کشور است. هر چه رقم این شاخص در کشور افزایش یابد، نشانگر تقویت ترکیب جمعیتی کشور در امر تحقیق و توسعه است و بالطبع توان بالقوه کشور برای پیشرفت‌های علمی و فناوری افزایش می‌یابد. نمودار زیر نشان می‌دهد تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ با دو برابر افزایش به ۵۹۷ محقق رسیده است. می‌توان اعطای بورسیه تحصیلی به مؤسسات اجرایی برای افزایش پایه تحصیلی نیروهای کارشناسی‌شان را یکی از دلایل مهم افزایش تعداد محققان دانست. برخی از سازمان‌های بین‌المللی مانند یونسکو، دانشجویان دکتری تخصصی که در حال گذراندن پایان‌نامه هستند جزو محققین محسوب می‌کنند. در این گزارش، تعداد این دانشجویان نیز به عنوان محقق، محاسبه و ارائه شده است. تعداد محققان با احتساب دانشجویان دوره دکتری تخصصی که در حال گذراندن پایان‌نامه هستند، در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ حدود ۷۸ درصد افزایش یافته است.

تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت، طی دوره زمانی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳، به‌طور متوسط، سالانه ۱۱ درصد و با احتساب دانشجویان دکتری تخصصی حدود ۱۰ درصد رشد داشته است. با مقایسه نرخ رشد محققان با نرخ رشد جمعیت که کمی بیش از یک درصد برآورد می‌شود، می‌توان انتظار داشت سهم محققان از جمعیت کشور در سال‌های آتی، افزایش قابل توجهی داشته باشد (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

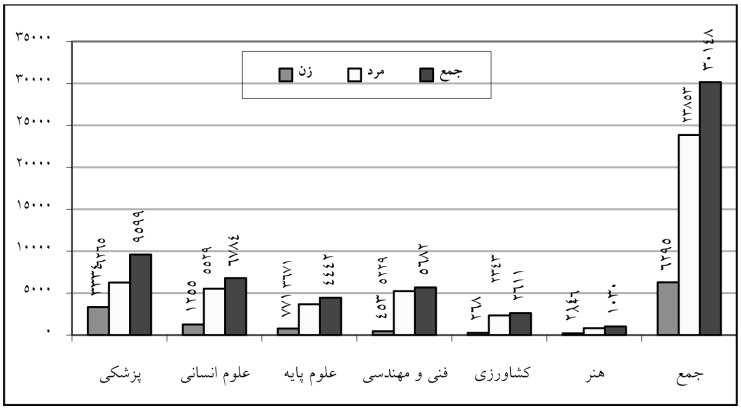
نمودار ۵ .تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت و با احتساب دانشجویان دکتری تخصصی در حال گذراندن پایان‌نامه



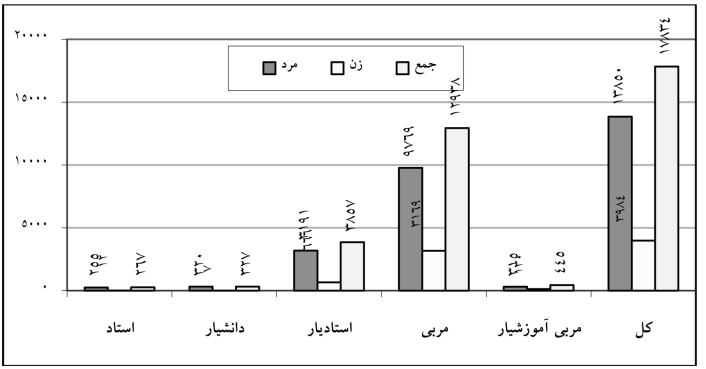

**د) تعداد اعضای هیئت علمی**

تعداد کل اعضای هیئت علمی کشور در سال ۱۳۸۵، ۱۱۹۰۹۱ نفر است. از این تعداد ۵۵ درصد (۶۵۱۳۳ نفر) در بخش دولتی و ۴۵ درصد (۵۳۹۵۸ نفر) در بخش غیردولتی آموزش دانشجویان را به‌عهده دارند. تعداد اعضای هیئت علمی تمام وقت کشور در این سال برابر ۴۵۱۳۷ نفر است. سهم دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی دولتی از کل اعضای هیئت علمی تمام وقت در این سال معادل ۵۷ درصد (۲۵۶۳۴ نفر) و سهم دانشگاه‌ها و مراکز غیردولتی آموزش‌عالی از کل اعضای هیئت علمی تمام وقت برابر ۴۳ درصد (۱۹۵۰۳ نفر) است (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

نمودار ۶ .تعداد کادر آموزشی تمام وقت دانشگاه‌های وابسته به دولت در سال تحصیلی ۱۳۸۵-۸۶



نمودار ۷. تعداد کادر آموزشی تمام وقت دانشگاه آزاد اسلامی در سال تحصیلی ۸۶-۱۳۸۵




در مجموع، تعداد کادر آموزشی دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی وابسته به دولت در سال ۱۳۸۵ برابر با ۳۰۱۴۸ نفر بوده است که ۲۱ درصد آنها را زنان تشکیل می‌دهند. این تعداد در سال ۱۳۸۵ در مقایسه با سال ۱۳۸۰ سالیانه دو درصد رشد داشته است. گروه‌های علوم پزشکی با ۳۲ درصد و علوم انسانی با ۲۲/۵ درصد بیشترین سهم از کادر آموزشی را در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی وابسته به دولت دارند. در سال ۱۳۸۰ حدود ۴۵ درصد از این کادر آموزشی دارای درجه استادیاری و بالاتر بوده‌اند که در سال ۱۳۸۳ به ۵۷ درصد افزایش یافته است. این امر نشان می‌دهد درجه علمی کادر آموزشی طی این چند سال از رشد خوبی برخوردار بوده است. در دانشگاه آزاد اسلامی در سال ۱۳۸۵ تعداد ۱۷۸۳۴ نفر کادر آموزشی مشغول به فعالیت بوده‌اند که تنها ۲۵ درصد از این تعداد دارای درجه استادیاری و بالاتر بوده‌اند. ۲۲ درصد از کادر آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی را در این سال زنان تشکیل داده‌اند (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

جدول ۲ .توزیع تعداد کادر آموزشی تمام وقت (وابسته به دولت)
بر حسب مرتبه علمی در سال ۸۶ ـ ۱۳۸۵ (استادی تا استادیاری)

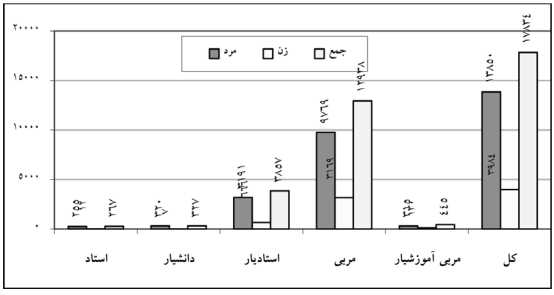
| گروه آموزشی | استاد | | | دانشیار | | | استادیار | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زن | مرد | جمع | زن | مرد | جمع | زن | مرد | جمع |
| پزشکی | ۵۴ | ۳۲۷ | ۳۸۱ | ۲۱۰ | ۷۸۰ | ۹۹۰ | ۱۳۶۶ | ۳۴۵۴ | ۴۸۲۰ |
| علوم انسانی | ۱۸ | ۲۱۲ | ۲۳۰ | ۵۰ | ۴۲۱ | ۴۷۱ | ۵۱۷ | ۲۵۰۱ | ۳۰۱۸ |
| علوم پایه | ۳۶ | ۲۷۷ | ۳۱۳ | ۶۳ | ۴۴۰ | ۵۰۳ | ۳۲۱ | ۱۶۰۱ | ۱۹۲۲ |
| فنی و مهندسی | ۱۱ | ۲۸۴ | ۲۹۵ | ۱۲ | ۵۴۷ | ۵۵۹ | ۱۲۴ | ۱۹۶۰ | ۲۰۸۴ |
| کشاورزی | ۷ | ۱۴۷ | ۱۵۴ | ۱۲ | ۲۸۷ | ۲۹۹ | ۱۰۶ | ۹۴۵ | ۱۰۵۱ |
| هنر | ۰ | ۱۷ | ۱۷ | ۳ | ۲۴ | ۲۷ | ۲۸ | ۱۹۶ | ۲۲۴ |
| جمع | ۱۲۶ | ۱۲۶۴ | ۱۳۹۰ | ۳۵۰ | ۲۴۹۹ | ۲۸۴۹ | ۲۴۶۲ | ۱۰۶۵۷ | ۱۳۱۱۹ |

جدول ۳ . توزیع تعداد کادر آموزشی تمام وقت (وابسته به دولت)
بر حسب مرتبه علمی در سال تحصیلی ۸۶ – ۱۳۸۵ (مربی به پایین)

| زن | مربی | | | مربی آموزشیار | | | سایر | | | جمع کل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زن | مرد | جمع | زن | مرد | جمع | زن | مرد | جمع | زن | مرد | جمع |
| **۱۲۵۱** | ۶۸ | ۱۲۵۵ | ۲۵۰۶ | ۱۰۳ | ۳۵ | ۱۰۳ | ۳۸۵ | ۴۱۴ | ۷۹۹ | ۳۳۳۴ | ۶۲۶۵ | ۹۵۹۹ |
| **۵۶۸** | ۱۹ | ۲۰۴۶ | ۲۶۱۴ | ۵۰ | ۳۱ | ۵۰ | ۸۳ | ۳۱۸ | ۴۰۱ | ۱۲۵۵ | ۵۵۲۹ | ۶۷۸۴ |
| **۲۹۴** | ۱۶ | ۱۳۸۹ | ۱۰۹۵ | ۸۰ | ۶۴ | ۸۰ | ۴۱ | ۱۹۴ | ۲۳۵ | ۷۷۱ | ۳۶۷۱ | ۴۴۴۲ |
| **۲۲۳** | ۶ | ۱۶۴۳ | ۱۴۲۰ | ۶۶ | ۶۰ | ۶۶ | ۷۷ | ۹۵۸ | ۱۰۳۵ | ۴۵۳ | ۵۲۲۹ | ۵۶۸۲ |
| **۱۲۱** | ۴ | ۸۵۲ | ۷۳۱ | ۲۸ | ۲۴ | ۲۸ | ۱۸ | ۲۰۹ | ۲۲۷ | ۲۶۸ | ۲۳۴۳ | ۲۶۱۱ |
| **۱۱۲** | ۷ | ۵۷۹ | ۴۶۷ | ۱۷ | ۱۰ | ۱۷ | ۶۴ | ۱۰۲ | ۱۶۶ | ۲۱۴ | ۸۱۶ | ۱۰۳۰ |
| **۲۵۶۹** | ۱۲۰ | ۹۵۸۳ | ۷۰۱۴ | ۳۴۴ | ۲۲۴ | ۳۴۴ | ۶۶۸ | ۲۱۹۵ | ۲۸۶۳ | ۶۲۹۵ | ۲۳۸۵۳ | ۳۰۱۴۸ |

## هـ) درصد اعضای هیئت علمی تمام‌وقت و پاره‌وقت از کل اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی

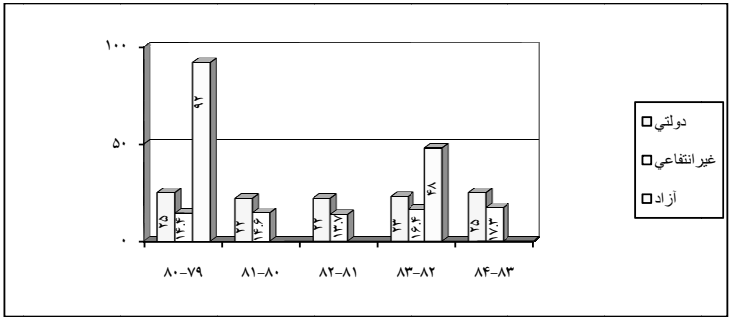
نمودار ۸. درصد اعضای هیئت علمی تمام وقت و پاره وقت در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی
(به جز دانشگاه آزاد اسلامی)



نمودار فوق حاکی از حضور تمام وقت اکثریت اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های دولتی است. این روند طی سال‌های تحصیلی ۱۳۸۰-۱۳۷۹ لغایت ۱۳۸۳-۱۳۸۲ به میزان ۱۴ درصد کاهش داشته است، اما در سال تحصیلی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ درصد اعضای هیئت علمی تمام‌وقت تقریباً دو درصد افزایش یافته است. سیر صعودی درصد اعضای هیئت علمی پاره‌وقت، پیش آگهی مناسبی برای دانشگاه‌های دولتی کشور در بر نخواهد داشت. این مهم نیازمند توجه و تعمق بیشتر می‌باشد (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

**و) نسبت دانشجویان به اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی**

نمودار ۹. نسبت دانشجویان به اعضای هیئت علمی (تمام وقت وپاره وقت)
به تفکیک در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی

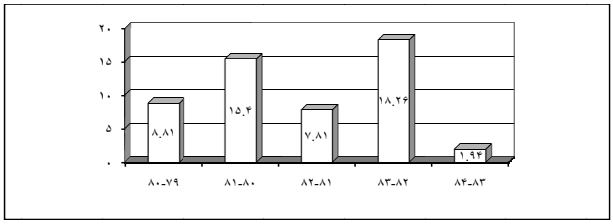



نمودار بالا نشان می‌دهد که نسبت دانشجو به اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌ها ومؤسسات آموزش عالی دولتی و غیرانتفاعی طی سال‌های تحصیلی ۱۳۸۰-۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴-۱۳۸۳ به مراتب کمتر از این نسبت در دانشگاه آزاد اسلامی است. آمار مورد نظر در سایر سال‌ها (در دانشگاه آزاد اسلامی) در دسترس نمی‌باشد. در مجموع، نسبت دانشجویان به اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌ها ومؤسسات آموزش عالی دولتی وغیردولتی (به جز دانشگاه آزاد اسلامی) مشابه یکدیگر است. در حالی‌که این نسبت در سال تحصیلی ۱۳۸۰-۱۳۷۹ در دانشگاه‌های دولتی به میزان یک چهارم و در سال تحصیلی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ به میزان یک دوم دانشگاه آزاد اسلامی بوده است(اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

**- نرخ رشد پذیرش دانشجو در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی**

نمودار ۱-۹ .نرخ رشد پذیرش دانشجو در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی

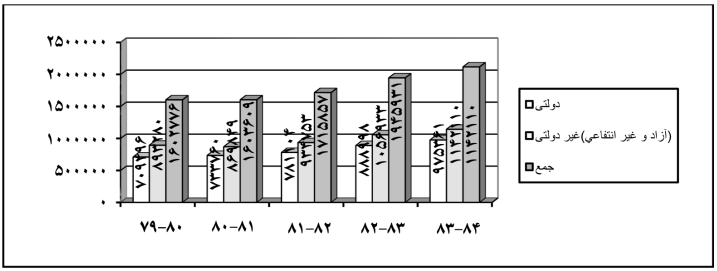
(به جز دانشگاه آزاد اسلامی)




همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، نرخ پذیرش دانشجو در دانشگاه‌های دولتی در سال ۱۳۸۳-۱۳۸۲ نسبت به سال قبل بیش از ۱۱ درصد رشد داشته است. در طی سال‌های مورد نظر کمترین نرخ رشد مربوط به سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳ است (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

**- تعداد دانشجویان دانشگاه‌ها**

نمودار ۱۰ .تعداد کل دانشجویان کشور به تفکیک دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی

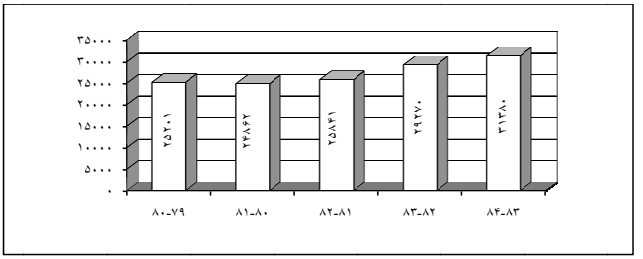



همان‌طور که در نمودار ملاحظه می‌شود طی سال‌های تحصیلی ۱۳۸۰-۱۳۷۹ لغایت ۱۳۸۴-۱۳۸۳ تعداد دانشجویان در دانشگاه‌های غیردولتی بیشتر از دانشجویان دانشگاه‌های دولتی می‌باشد که سهم عمده این تعداد مربوط به دانشگاه آزاداسلامی است. برای نمونه در سال تحصیلی۱۳۸۴-۱۳۸۳ دانشگاه‌های غیردولتی ۱۶۶۷۴۹ دانشجو بیش از دانشگاه‌های دولتی داشته‌اند. این آمار، بیانگر سیر صعودی پذیرش دانشجو در دانشگاه‌های غیردولتی در طی سال‌های ۸۰ـ۷۹ لغایت ۸۴-۸۳ می‌باشد. مطمئناً ضرورت

دارد که رشد کمی دانشجو در بخش غیردولتی با میزان کیفیت دانشگاه‌های این بخش نیز با تعمّق بیشتری مورد بررسی قرار گیرد (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

**ز) تعداد دانشجویان دانشگاه‌ها در یک میلیون نفرجمعیت**

نمودار ۱۱ .تعداد دانشجویان در یک میلیون نفر جمعیت



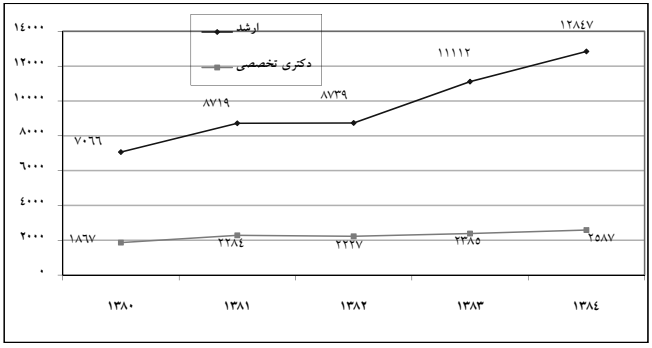

نمودار فوق نشان می‌دهد که تعداد دانشجویان در یک میلیون نفر جمعیت در سال تحصیلی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ کمتر از سال تحصیلی قبل بوده و در سال‌های تحصیلی بعد افزایش یافته است. علت کاهش تعداد دانشجویان در یک میلیون نفر جمعیت در سال تحصیلی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ کاهش تعداد دانشجویان در بخش غیردولتی در این سال می‌باشد (اوّلین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

**ح) تعداد فارغ‌التحصیلان تحصیلات تکمیلی**

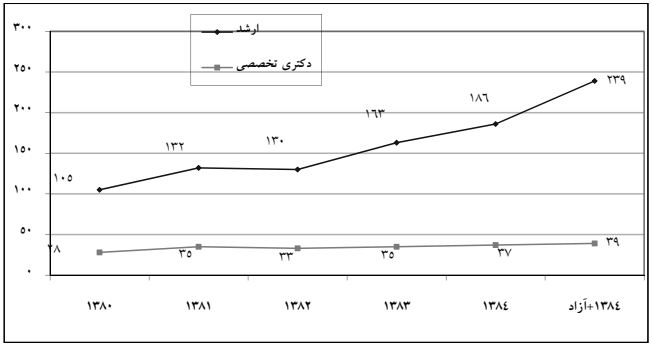
تعداد دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد در یک میلیون نفر جمعیت در سال ۱۳۸۴ نسبت به سال ۱۳۸۰ بیش از ۷۷ درصد رشد داشته است. افزودن آمار دانشگاه آزاد اسلامی باعث افزایش ۲۸ درصدی شاخص «دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد در یک میلیون نفر جمعیت» در سال ۱۳۸۴ می‌شود. سهم دانش‌آموختگان دانشگاه آزاد اسلامی در دو مقطع دکتری حرفه‌ای و دکتری تخصصی از کل دانش‌آموختگان کشور در سال ۱۳۸۴ (به ترتیب ۱۰ و ۴/۵ درصد) هنوز چندان قابل توجه نیست. رشد تعداد دانش‌آموختگان دکتری تخصصی (به غیر از دانشگاه آزاد اسلامی) در سال ۱۳۸۴ نسبت به سال ۱۳۸۰ به بیش از ۳۸ درصد رسیده، که نشانگر رشد سالیانه ۸ درصد است. این در حالی است که محاسبه این شاخص بر

حسب جمعیت، رشد ۳۲ درصدی را طی همین سال‌ها نشان می‌دهد. تعداد دانش‌آموختگان دکتری تخصصی در یک میلیون نفر جمعیت در سال ۱۳۸۴ برابر با ۳۷ نفر و با منظور کردن دانشگاه آزاد اسلامی ۳۹ نفر خواهد بود. سهم دانش‌آموختگان دکتری تخصصی از کل دانش‌آموختگان آموزش عالی وابسته به دولت تنها ۱/۴ درصد است. تعداد دانش‌آموختگان دکتری تخصصی کل کشور به تفکیک گروه‌های علمی نشان می‌دهد که گروه علوم پزشکی با ۶۲ درصد و علوم انسانی با ۱۸ درصد بیشترین تعداد دانش‌آموختگان دکتری تخصصی را در سال ۱۳۸۴ از آن خود کرده‌اند (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

نمودار ۱۲ .تعداد دانش‌آموختگان دوره‌های تحصیلات تکمیلی



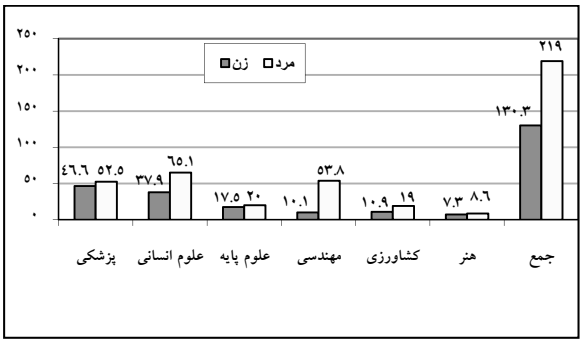

نمودار ۱۳ .تعداد دانش‌آموختگان دوره‌های تحصیلات تکمیلی در یک میلیون نفر جمعیت



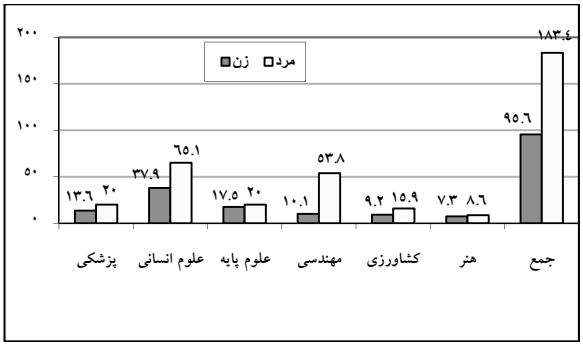
نمودار ۱۴ .تعداد دانش‌آموختگان دکتری تخصصی بخش‌های دولتی و غیردولتی در یک میلیون جمعیت در سال ۱۳۸۴

تعداد دانش‌آموختگان دوره‌های دکتری تخصصی، دکتری حرفه‌ای و کارشناسی ارشد در یک میلیون نفر جمعیت در سال ۱۳۸۴ به ۳۴۹ نفر رسیده است که ۶۳ درصد از آنها را مردان تشکیل داده‌اند. این تعداد بدون محاسبه دوره دکتری حرفه‌ای در سال ۱۳۸۴ برابر با ۲۷۹ دانش‌آموخته است که ۶۶ درصد آنها را مردان تشکیل می‌دهند. گروه‌های علوم انسانی و علوم مهندسی در دو مقطع کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی دارای بیشترین درصد دانش‌آموختگان دانشگاه‌های کشور هستند. مقطع دکتری حرفه‌ای باعث افزایش قابل توجه تعداد دانش‌آموختگان گروه علوم پزشکی می‌شود (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

نمودار ۱۵ .دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد، دکتری حرفه‌ای و دکتری تخصصی در یک میلیون نفر جمعیت در بخش‌های دولتی و غیردولتی در سال ۱۳۸۴



نمودار ۱۶ .دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی
در یک میلیون نفر جمعیت در بخش‌های دولتی و غیردولتی در سال ۱۳۸۴




**۲-۳-۵. شاخص‌های مالی**

شاخص‌های مورد ارزیابی در این بخش، عبارتند از:

۱. کل اعتبارات تحقیقاتی دولتی،

۲. درصد رشد اعتبارات تحقیقاتی (دولتی)،

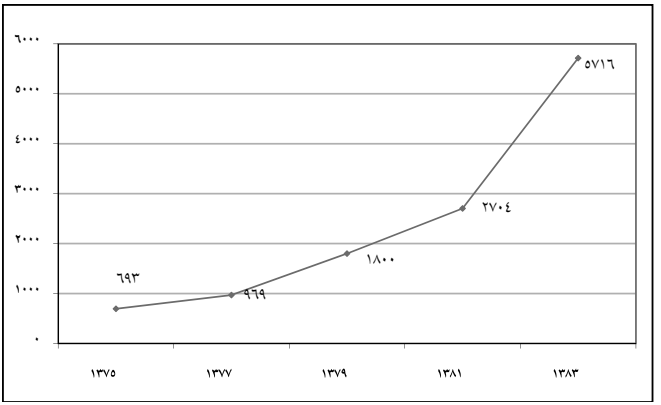
۳. درصد اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) از تولید ناخالص داخلی،

۴. نسبت اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) به تعداد محققان و شاغلان تحقیقاتی به تفکیک.

**الف) کل اعتبارات تحقیقاتی (دولتی)**

نمودار زیر میزان اعتبارات تحقیقاتی دولتی را به قیمت جاری را نشان می‌دهد. اعتبارات تحقیقاتی دولتی در سال ۱۳۸۳ با بیش از دو برابر رشد نسبت به سال ۱۳۸۱ به ۵۷۱۶ میلیارد ریال افزایش یافت. البته این ارقام در قانون بودجه تنها بودجه اختصاص یافته به تحقیقات را در فصل تحقیقات نشان می‌دهد. طبق گزارش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، در سال ۱۳۸۳ مبلغی برابر با ۸۰۰ میلیارد ریال نیز با عنوان ردیف‌های متفرقه، صرف امر تحقیقات شده است که در مجموع، کل اعتبارات تحقیقات از بودجه عمومی دولت در سال ۱۳۸۳ به ۶۵۱۶ میلیارد ریال می‌رسد. با احتساب بودجه‌های خارج فصل و ردیف‌های متفرقه، بودجه تحقیقات در سال ۱۳۸۳ در مقایسه با سال ۱۳۸۲ تنها ۶ درصد رشد و در مقایسه با سال ۱۳۸۱، ۶۱ درصد رشد داشته است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

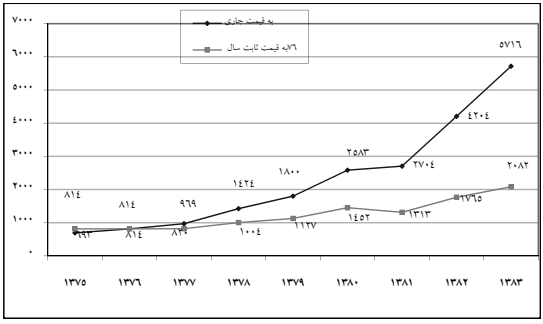
نمودار ۱۷. اعتبارات تحقیقاتی (میلیارد ریال)




**ب) درصد رشد اعتبارات تحقیقاتی (دولتی)**

نمودار زیر روند افزایش اعتبارات تحقیقاتی را به قیمت جاری و قیمت ثابت نشان می‌دهد. بیشترین رشد (به قیمت جاری) مربوط به سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۲ با ۴۷ و ۵۵ درصد بوده است. طی دوره ۸۳-۷۵ متوسط رشد سالیانه بودجه تحقیقات به قیمت جاری، ۳۰ درصد بوده است. این در حالی است که طی همین دوره زمانی، متوسط نرخ رشد تورم ۱۴ درصد بوده است. این امر باعث شده است متوسط رشد سالانه بودجه‌های تحقیقاتی به قیمت ثابت، حدود ۱۲ درصد باشد. عدم افزایش قابل توجه اعتبارات تحقیقاتی به قیمت جاری در بعضی سال‌ها همچون سال ۱۳۸۱ حتی منجر به کاهش اعتبارات تحقیقاتی به قیمت ثابت در مقایسه با سال قبل از آن شده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

نمودار ۱۸. کل اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) به میلیارد ریال

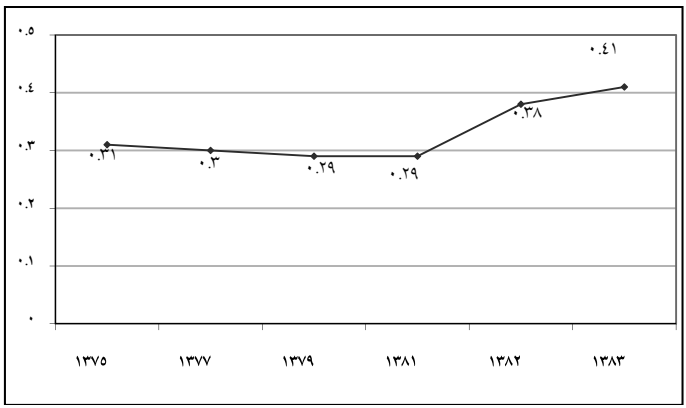


**ج) درصد اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) از تولید ناخالص داخلی**

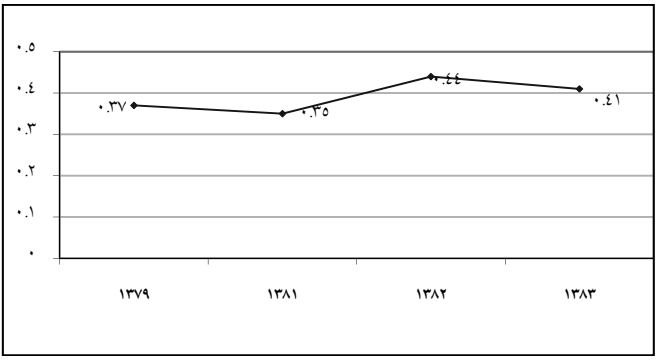
از اهداف مهم برنامه سوم توسعه (۱۳۸۳ - ۱۳۷۹) در بخش تحقیق و توسعه، تقویت نظام پژوهشی، حمایت‌های کمی و کیفی از فعالیت‌های پژوهشی، ایجاد زمینه‌های سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و زمینه‌سازی برای پیوستن ایران به شبکه‌های جهانی بوده است. با توجه به تلاشی که دولت در این بخش داشت نتایج حاصل از اجرای برنامه سوم نشان داد که اهداف پیش‌بینی شدهٔ برنامه سوم در بخش تحقیق و توسعه، تحقق نیافته است. آمارهای مالی در رابطه با این اهداف نشان می‌دهند که در بخش تحقیق و توسعه، میزان تحقق هزینه تحقیقات از تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ به ترتیب ۶۰/۸، ۶۰/۳، ۵۰/۷، ۵۷/۵ و ۴۷ درصد بوده است. طبق هدف برنامه، دولت می‌باید در سال ۱۳۸۳ معادل یک درصد از تولید ناخالص داخلی یعنی رقمی برابر با ۱۳۸۲۶ میلیارد ریال به تحقیقات اختصاص می‌داد که در عمل، نیمی از این رقم نیز تحقق پیدا نکرد. اعتبارات اختصاص یافته به تحقیقات طی سال‌های اجرای برنامه سوم، سالانه به‌طور متوسط، ۲۶ درصد افزایش پیدا کرده است، در حالی که برای رسیدن به رقم یک درصد از تولید ناخالص داخلی، لازم بود دولت سالانه که هزینه تحقیقات را بیش از ۵۰ درصد افزایش می‌داد.

نمودار ذیل نشان می‌دهد درصد اعتبارات تحقیقاتی (داخل فصل) از تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ افزایش یافته است، به‌طوری‌که از ۰/۲۹ درصد در سال ۱۳۸۱ به ۰/۴۱ درصد در سال ۱۳۸۳ رسیده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

نمودار ۱۹. درصد اعتبارات تحقیقاتی (فصل تحقیقات) از تولید ناخالص داخلی



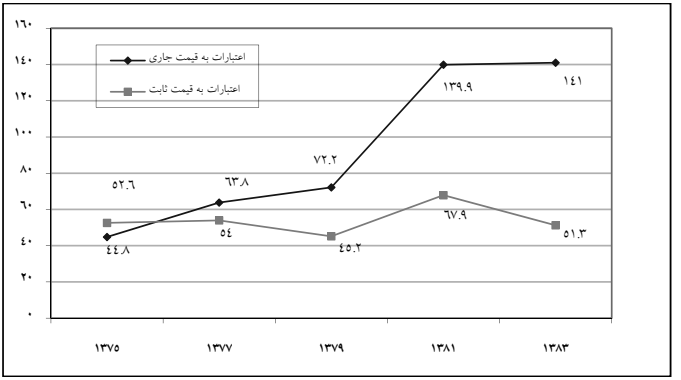
نمودار ۲۰. درصد اعتبارات تحقیقاتی (داخل و خارج فصل) از تولید ناخالص داخلی




**د) نسبت اعتبارات تحقیقاتی(دولتی) به تعداد محققان و شاغلان تحقیقاتی به تفکیک**

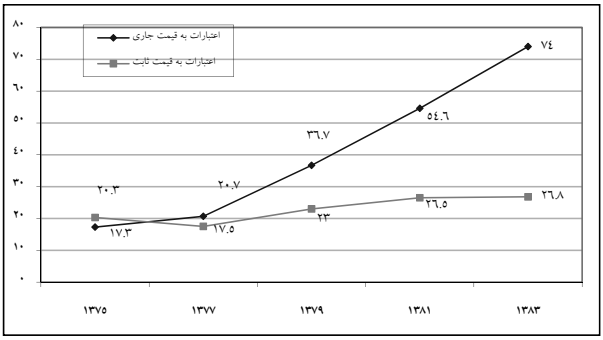
طبق نمودار زیر نسبت اعتبارات تحقیقاتی(دولتی) به تعداد محققان در سال ۱۳۸۳ برابر با ۱۴۱ میلیون ریال است که در مقایسه با سال ۱۳۸۱ تغییر چندانی نداشته است. بنابراین با توجه به تأثیر نرخ تورم بر کاهش ارزش واقعی پول، این نسبت با قیمت ثابت، بیش از ۲۴ درصد کاهش یافته است. از دلایل این کاهش، می‌توان به افزایش صددرصدی تعداد محققان در سال ۱۳۸۳ و عدم افزایش قابل توجه اعتبارات تحقیقات به‌خصوص به قیمت ثابت اشاره کرد(سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

نمودار ۲۱ . نسبت اعتبارات تحقیقاتی(دولتی) به تعداد محققان (میلیون ریال)



نسبت اعتبـارات تحقیقاتی به تعداد شاغلان تحقیقاتی از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ افزایش فوق‌العاده‌ای داشته است. محـاسبه این نسبت به قیمت ثابت نشان می‌دهد، اگرچه این نسبت در سال ۱۳۸۱ نسبت به سال ۱۳۷۹، با ۱۵ درصد افـزایش همراه بوده است، ولی در سال ۱۳۸۳، تغییری نداشته است. در صورتی که این روند اصلاح نشود، بی‌شک افزایش تعداد شاغلان تحقیقاتی در سال‌های آتی که ضرورتاً به علت توسعه مراکز علمی- تحقیقاتی رخ خـواهد داد مجدداً باعث کاهش سرانه اعتبارات تحقیقـاتی خواهد شد.

نمودار ۲۲ .نسبت اعتبارات تحقیقاتی(دولتی) به کل شاغلان تحقیقاتی (میلیون ریال)




**۳-۳-۵. شاخص‌های ساختاری**

شاخص‌هایی که با عنوان شاخص‌های ساختاری مورد بررسی قرار می‌گیرند، عبارتند از:

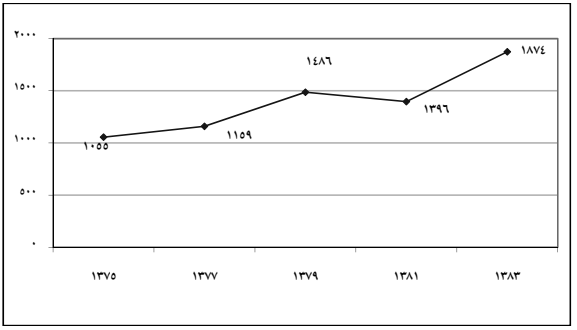
۱. تعداد مراکز تحقیقاتی(فعال)،
۲. درصد مراکز تحقیق و توسعه از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)،
۳. درصد مراکز تحقیقاتی دانشگاهی از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)،
۴. درصد مراکز تحقیقاتی غیردولتی از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)،
۵. سرانه فضای خوابگاه‌های دانشجویی،
۶. سرانه فضای تربیت بدنی به تفکیک دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی.

**الف) تعداد مراکز تحقیقاتی (فعال)**

نمودار ذیل، تعداد مراکز تحقیقاتی (فعال) را طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ نشان می‌دهد. در مجموع، تعداد این مراکز طی این سال‌ها با ۷۸ درصد افزایش از ۱۰۵۵ مرکز به ۱۸۷۴ رسیده است. بیشترین میزان افزایش تعداد این مراکز

در بین این سال‌ها در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ با ۳۴ درصد رشد رخ داده است. انتظار می‌رود در سال‌های بعد، این افزایش همچنان ادامه یابد (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

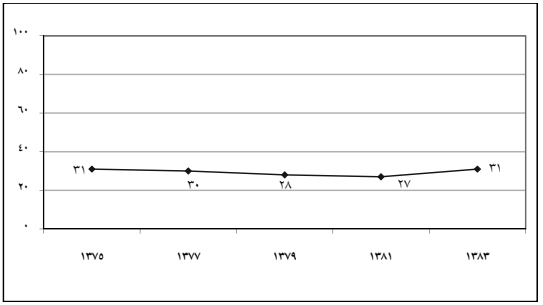
نمودار ۲۳ . تعداد مراکز تحقیقاتی (فعال)




**ب) درصد مراکز تحقیق و توسعه از کل مراکز تحقیقاتی (فعال)**

نمودار زیر درصد مراکزی را نشان می‌دهد که فعالیت اصلی آنها، تحقیق و توسعه است. بقیه مراکز، دارای فعالیت فرعی تحقیقاتی بوده‌اند. هر چند درصد مراکز اصلی تحقیق و توسعه از ۲۷ در سال ۱۳۸۱ به ۳۱ در سال ۱۳۸۳ افزایش یافته است ولی مشاهده دقیق روند تغییرات آن طی سال‌های ۷۵ تا ۸۳ نشان می‌دهد درصد این مراکز تا سال ۱۳۸۱ پیوسته نزولی بوده است و در سال ۱۳۸۳ به همان رقم سال ۱۳۷۵ افزایش یافته است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

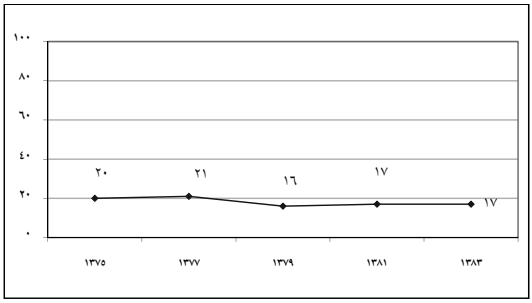
نمودار ۲۴. درصد مراکز تحقیق و توسعه از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)



**ج) درصد مراکز تحقیقاتی دانشگاهی از کل مراکز تحقیقاتی (فعال)**

درصد مراکز تحقیقاتی دانشگاهی از کل مراکز تحقیقاتی(فعال) در نمودار ذیل نمایش داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود درصد این مراکز در سال ۱۳۸۳ بدون تغییر نسبت به سال ۱۳۸۱، ۱۷ درصد بوده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

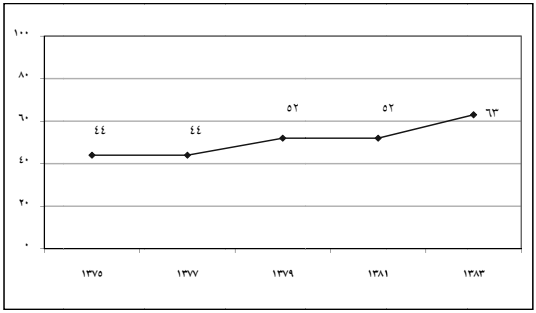
نمودار ۲۵ . درصد مراکز تحقیقاتی دانشگاهی از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)




**د) درصد مراکز تحقیقاتی غیردولتی از کل مراکز تحقیقاتی (فعال)**

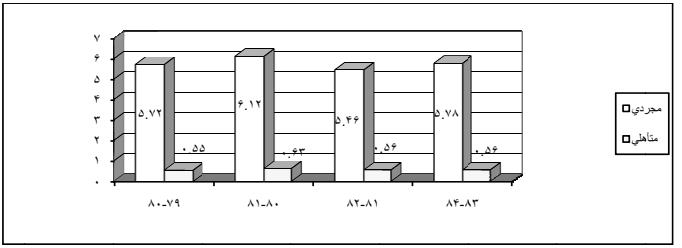
بررسی شاخص‌های نیروی انسانی و مالی سامانه علم و فناوری در فصول قبل نشان داد که از ضرورت‌های پیشرفت در این سامانه، فعال شدن بخش‌های غیردولتی است. بررسی درصد مراکز تحقیقاتی غیردولتی از کل مراکز تحقیقاتی فعال نشان می‌دهد، درصد این مراکز طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ در حال افزایش است. همان طور که در نمودار ذیل مشاهده می‌شود، درصد این مراکز با یازده واحد افزایش از ۵۲ درصد در سال ۸۱ به ۶۳ درصد در سال ۱۳۸۳ رسیده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

نمودار ۲۶. درصد مراکز تحقیقاتی غیردولتی از کل مراکز تحقیقاتی (فعال)



## هـ) سرانه فضای خوابگاه‌های دانشجویی

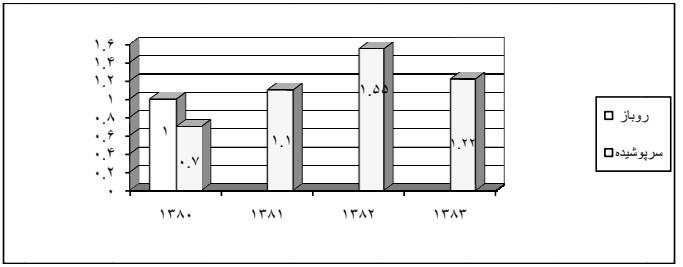
نمودار ۲۷ . سرانه فضای خوابگاه‌های دانشجویی برای دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری




نمودار بالا نشان می‌دهد که سرانه فضای خوابگاه‌های متأهلی در دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در طول سال‌های مورد مطالعه تقریباً ثابت و اندک می‌باشد. با توجه به رشد پذیرش دانشجویان تحصیلات تکمیلی به‌ویژه در مقطع دکترای تخصصی و با توجه به شرایط سنی و تأهل دسته کثیری از این دانشجویان، توجه بسیار جدی به بهبود وضعیت و افزایش تعداد خوابگاه‌های متأهلی ضروری به نظر می‌رسد (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

## و) سرانه فضای تربیت بدنی به تفکیک دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی

نمودار ۲۸ . سرانه فضای تربیت بدنی در دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری




نمودار فوق نشان می‌دهد که سرانه فضای تربیت بدنی در دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری به جز سال ۱۳۸۳ رو به رشد بوده است. سرانهٔ سالن‌های سرپوشیده در هر سال (به جز سال ۱۳۸۳) تقریبا ۰/۴ متر مربعافزایش یافته است که رقم قابل توجهی است (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

### ۴-۳-۵ . شاخص‌های عملکردی

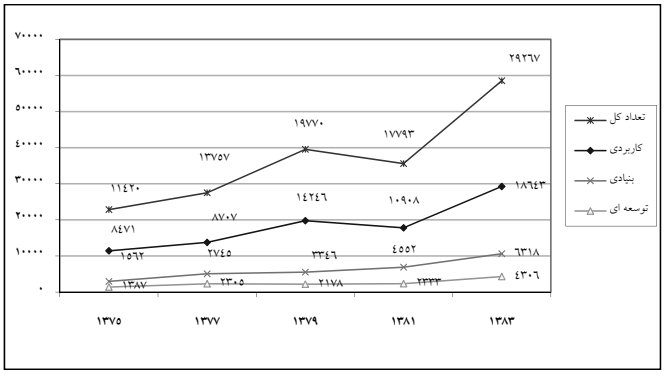
شاخص‌هایی که با عنوان شاخص‌های عملکردی در ارزیابی کلان علم و فناوری، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند، عبارتند از:

۱. تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال،
۲. درصد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تفکیک بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای،
۳. تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته به تفکیک،
۴. تعداد مقاله‌های منتشرشده در مجلات معتبر،
۵. تعداد اختراعات ثبت شده،
۶. تعداد سمینارها و کنفرانس‌های علمی برگزار شده در کشور به‌وسیله دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی در سال،
۷. نسبت تعداد مقالات اعضای هیئت علمی به کل اعضای هیئت علمی به تفکیک و بر حسب مرتبه علمی.

**الف) تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال**

نمودار زیر نشان می‌دهد تعداد کل طرح‌های تحقیقاتی در کشور رو به افزایش است. این تعداد در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ حدود ۶۴ درصد رشد داشته است. طرح‌های تحقیقاتی به سه نوع طرح‌های تحقیقاتی بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای تقسیم می‌شوند. بیشترین رشد مربوط به طرح‌های توسعه‌ای بوده است که تعداد آنها از ۲۳۳۳ طرح در سال ۱۳۸۱ با بیش از ۸۴ درصد رشد به ۴۳۰۶ طرح در سال ۱۳۸۳ رسیده است. طرح‌های کاربردی و بنیادی به ترتیب با ۷۱ و ۳۹ درصد رشد در رتبه های بعد قرار دارند (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

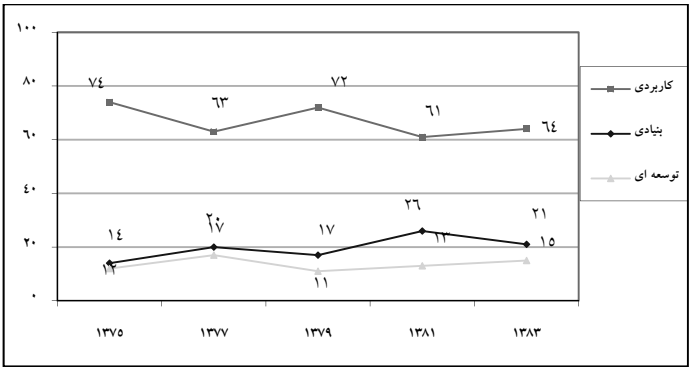
نمودار ۲۹ . تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال



**ب) درصد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تفکیک بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای**

نمودار زیر نشان می‌دهد طرح‌های تحقیقاتی کاربردی با ۶۴ درصد، بیشترین سهم از طرح‌های تحقیقاتی فعال را در سال ۱۳۸۳ به خود اختصاص داده‌اند. طرح‌های تحقیقاتی بنیادی و توسعه‌ای نیز به ترتیب ۲۱ و ۱۵ درصد از طرح‌های تحقیقاتی فعال را در همین سال تشکیل می‌دهند. بررسی تغییر سهم هر یک از انواع طرح‌های تحقیقاتی طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ نشان می‌دهد که در مجموع، تغییر درصد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تفکیک بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ از نظم یا روال مشخصی برخوردار نیست و پیوسته در نوسان است، یعنی میزان رشد آنها نسبت به یکدیگر نامنظم است. البته درصد طرح‌های تحقیقاتی کاربردی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۷۵ کاهش و درصد طرح‌های تحقیقاتی بنیادی و توسعه‌ای افزایش یافته است. با توجه به نیاز کنونی کشور به طرح‌های کاربردی و توسعه‌ای انتظار می‌رود توجه به این‌گونه طرح‌ها بیشتر باشد(سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

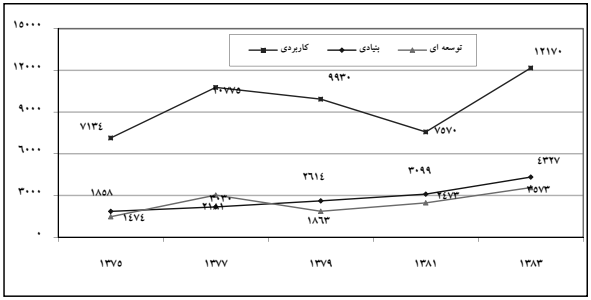
نمودار ۳۰ . درصد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تفکیک




**ج) تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان‌یافته به تفکیک**

طبق نمودار زیر از ۲۰۰۷۰ طرح تحقیقاتی که در سال ۱۳۸۳ به پایان رسیده است، ۶۱ درصد یعنی ۱۲۱۷۰ طرح مربوط به طرح‌های تحقیقاتی کاربردی، ۲۱ درصد طرح بنیادی و ۱۸ درصد طرح توسعه‌ای بوده است. رشد متوسط سالانه طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ حدود ۸ درصد است. طرح‌های تحقیقاتی پایان یافته در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ حدود ۵۳ درصد افزایش داشته‌اند (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

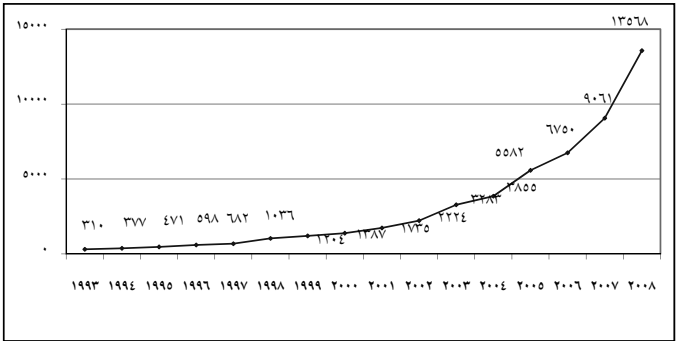
نمودار ۳۱. تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان‌یافته به تفکیک




**د) تعداد مقاله‌های منتشرشده در مجلات معتبر**

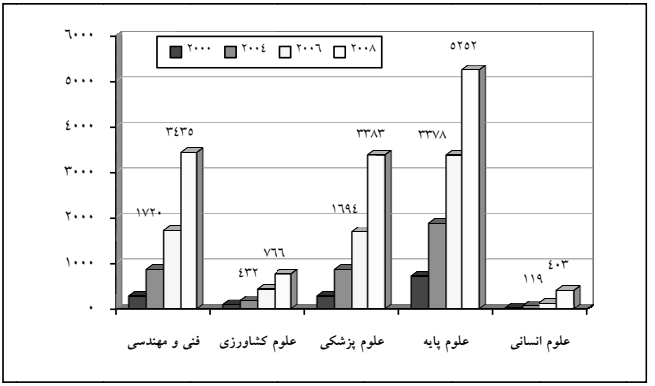
تعداد کل تولید علمی منتشرشده در مجلات معتبر بین‌المللی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ سالانه به‌طور متوسط ۳۸ درصد بود. بیشترین رشد تعداد تولیدات علمی به سال ۲۰۰۵ مربوط بوده که با ۴۴ درصد رشد نسبت به سال قبل، از ۳۸۵۵ به ۵۵۸۲ مقاله رسیده است. این تعداد در سال ۲۰۰۶ با ۲۱ درصد رشد نسبت به سال ۲۰۰۵ به ۶۷۵۰ تولید علمی و در سال ۲۰۰۸ با ۵۰ درصد افزایش به ۱۳۵۶۸ تولید علمی افزایش یافته است. لازم به توضیح است که این تعداد شامل تولیدات علمی است که در یک سال به پایگاه الکترونیکی مؤسسه اطلاعات علمی وارد و ثبت شده‌اند و تعداد واقعی انتشارات ایران در سطح بین‌الملل بیشتر از این تعداد است. به‌طور مثال در سال ۲۰۰۷ مشخصات تعداد ۹۰۶۱ تولید علمی با تاریخ انتشار سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۶ و حتی ۲۰۰۸ به پایگاه الکترونیکی وارد و ثبت شده است. تعداد تولیدات علمی ایران با تاریخ انتشار سال ۲۰۰۷ تا تاریخ ششم ماه ژوئن سال ۲۰۰۸ برابر با ۱۰۰۸۶ مقاله ثبت شده است (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

نمودار ۳۲ . تعداد کل تولید علمی کشور در مجلات معتبر بین‌المللی طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۳



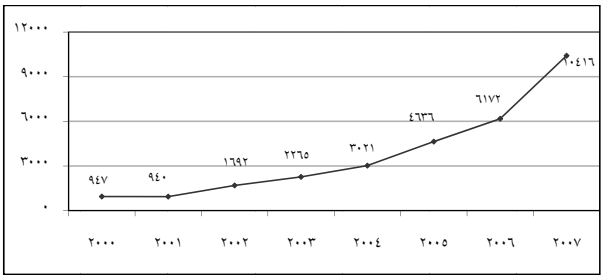
تولید علمی کشور در سال ۲۰۰۸ نسبت به سال‌های قبل از آن در تمام گروه‌های علمی افزایش چشمگیری داشته است، تعداد تولیدات علمی در گروه علوم انسانی از سال ۲۰۰۰ به بعد ۴۴ درصد رشد متوسط سالیانه داشته است. گروه‌های فنی‌ومهندسی و علوم پزشکی از حدود ۳۷ درصد رشد سالیانه برخوردار بوده‌اند. گروه علوم پایه نیز با ۲۸ درصد کمترین رشد متوسط سالیانه را داشته است. البته از نظر کمیت، همچنان گروه علوم پایه بیشترین تعداد تولید علمی را دارد. گروه علوم پایه با ۴۹ درصد و گروه علوم انسانی با ۱/۷ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین سهم از تولید علمی کشور در سطح بین‌المللی را در سال ۲۰۰۴ در بین گروه‌های علمی به خود اختصاص داده‌اند (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

نمودار ۳۳. تعداد کل تولید علمی ایران در مجلات معتبر بین‌المللی
به تفکیک گروه‌های عمده علمی



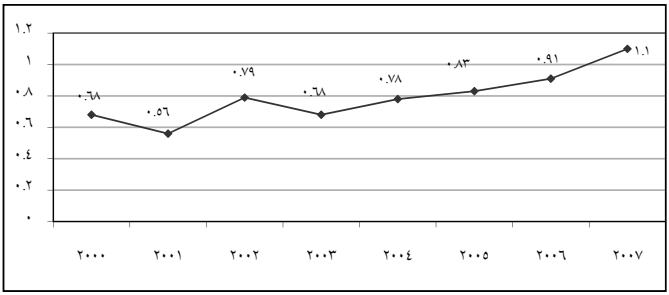

همگام با افزایش تعداد تولیدات علمی کشور در سطح بین‌الملل، تعداد ارجاعات علمی به این تولیدات نیز افزایش یافته است؛ حتی رشد تعداد این ارجاعات، کمی بیشتر از رشد تولیدات علمی بوده است. رشد متوسط سالیانه تعداد تولیدات علمی بین‌المللی ایران از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۷ برابر با ۳۳ درصد است، در حالی که رشد متوسط تعداد ارجاعات به آنها ۴۱ درصد است (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

نمودار ۳۴ . تعداد ارجاعات به مقالات نمایه شده‌ی هر سال در سال بعد از انتشار




ضریب تأثیر، نسبت تعداد ارجاعات به کل تولید علمی هر کشور است. ضریب تأثیر در هر گروه علمی نشان می‌دهد به ازای یک تولید علمی در آن گروه، چه تعداد ارجاع صورت گرفته است. بالا بودن این رقم نشان از کیفیت بالای علمی این تولیدات دارد. ضریب تأثیر تولیدات علمی در سال‌های اخیر در حال افزایش است و به عدد یک نزدیک می‌شود. ضریب تأثیر تولیدات علمی نمایه شده سال ۲۰۰۷ در سال ۲۰۰۸ برابر با ۱/۱ بوده است (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

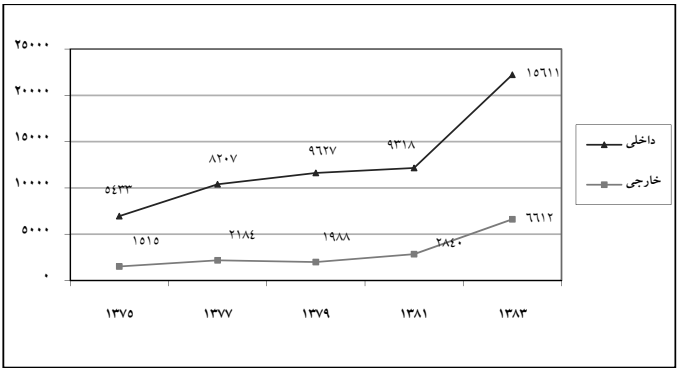
نمودار ۳۵. ضریب تأثیر تولیدات علمی نمایه شده هر سال در سال بعد از انتشار




طبق نتایج آمارگیری مرکز آمار ایران، واحدهای دارای فعالیت تحقیق و توسعه در سال ۱۳۸۳ تعداد ۱۵۶۱۱ مقاله در مجلات داخلی و ۶۶۱۲ مقاله در مجلات خارجی منتشر کرده‌اند. مقاله‌های داخلی در مجلات علمی- ترویجی، علمی- پژوهشی و همچنین در مجلات بدون مجوز علمی منتشر شده‌اند زیرا تعداد ۱۵۶۱۱ مقاله‌های که واحدهای تحقیق و توسعه در سال ۱۳۸۳ منتشر کرده‌اند از تعداد ۱۰۰۳۰ مقاله منتشرشده در مجلات علمی- ترویجی و علمی- پژوهشی در همین سال بیشتر است. درصد رشد انتشار

مقاله‌ها در مجلات داخلی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ حدود ۶۷ درصد و در مجلات خارجی حدود ۱۳۳ درصد بوده است(سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

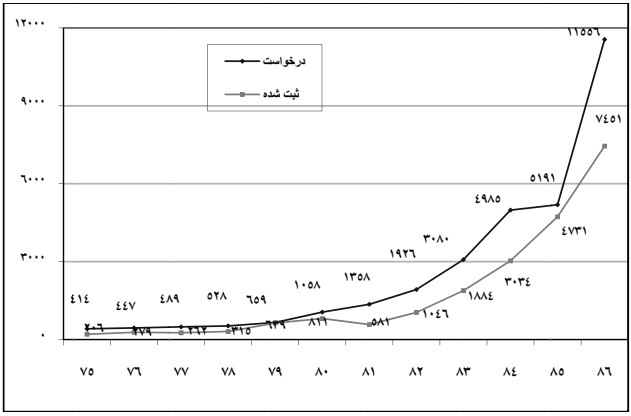
نمودار ۳۶. تعداد مقاله‌های منتشرشده (به‌وسیله واحدهای تحقیق و توسعه) در مجلات داخلی و خارجی




**هـ) تعداد اختراعات ثبت شده**

تعداد اختراعات ثبت شده در کشور در اداره مالکیت صنعتی از سال ۱۳۷۵ به بعد، به‌جز سال ۱۳۸۱ روندی افزایشی دارد. تعداد اختراعات ثبت شده از سال ۱۳۸۱ به بعد، رشد قابل توجهی داشته است؛ به‌نحوی‌که از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ با رشد متوسط سالیانه ۶۶ درصدی همراه بوده است. تعداد اظهارنامه‌های واصله یا درخواست‌های ثبت اختراع در کشور نیز با رشد بالایی همراه بوده است. رشد متوسط سالیانه این درخواست‌ها از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ برابر با ۵۳ درصد است. تعداد اختراعات ثبت شده درایران در سال ۱۳۸۶ بالغ بر ۷۴۵۱ اختراع بوده که در مقایسه با ۵۰۶۷ اختراع ثبت شده در سال ۱۳۸۵ رشدی حدود ۴۷درصد را نشان می‌دهد. ضمن آنکه از این تعداد ۶۸۸۳ اختراع (۹۲/۳۸ درصد) به نام شهروندان ایرانی و ۵۶۸ اختراع (۷/۶۲ درصد) به نام خارجیان ثبت شده است (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

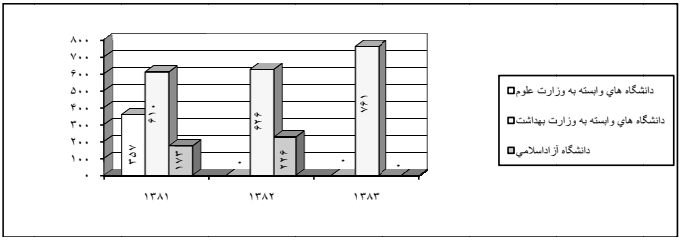
نمودار ۳۷. تعداد درخواستهای ثبت اختراع و اختراعات ثبت شده در اداره مالکیت صنعتی




**و) تعداد سمینارها و کنفرانس‌های علمی برگزار شده در سال در کشور به‌وسیله دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی**

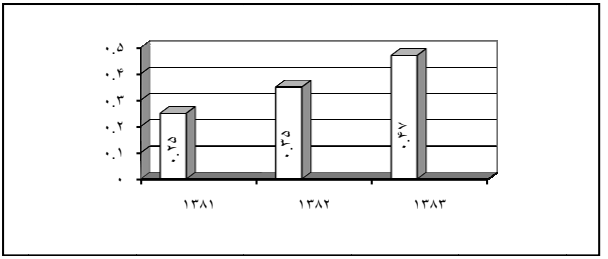
نمودار زیر نشان می‌دهد که در مجموع بیشترین تعداد سمینارها و کنفرانس‌های علمی مربوط به دانشگاه‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در مقایسه با دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و دانشگاه آزاد اسلامی است. ناگفته نماند که سهم سمینارها و کنفرانس‌های بین‌المللی بسیار اندک می‌باشد. مطمئناً گسترش این نوع سمینارها و کنفرانس‌های علمی در سطح تمام دانشگاه‌های کشور ضرورت دارد (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۵).

نمودار ۳۸. تعداد سمینارها و کنفرانس‌های علمی برگزار شده در کشور به‌وسیله دانشگاه‌ها



**ز) نسبت تعداد مقالات اعضای هیئت علمی به کل اعضای هیئت علمی به تفکیک و برحسب مرتبه علمی**

نمودار ۳۹ . نسبت تعداد مقالات تالیف شده اعضای هیئت علمی
به کل اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های وابسته به وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی




نمودار فوق نشان می‌دهد که در مجموع نسبت تعداد مقالات به اعضای هیئت علمی در سال ۱۳۸۳ بیش از سال‌های قبل است. اما همچنان این تعداد اندک بوده و برای حضور در عرصه‌های تولید علم (در سطوح بین‌المللی) باید تعداد مقالات تألیف شده اعضای هیئت علمی به‌ویژه مقالات معتبر بین‌المللی افزایش یابد (اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۵).

**۵-۳-۵. شاخص‌های بهره‌وری**

شاخص‌هایی با عنوان شاخص‌های بهره‌وری در ارزیابی کلان علم و فناوری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این شاخص‌ها عبارتند از:

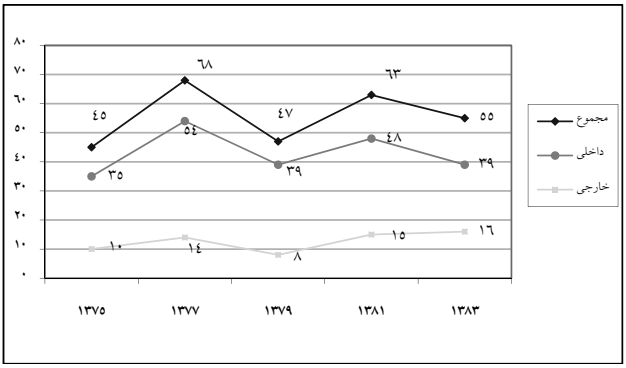
۱. تعداد مقاله‌های منتشرشده به صد نفر محقق به تفکیک،
۲. تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به صد نفر محقق،
۳. تعداد اختراعات ثبت شده به صد نفر محقق،
۴. تعداد کتب علمی منتشرشده به صد نفر محقق،
۵. تعداد مقاله‌های منتشرشده به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی به تفکیک.

**الف) تعداد مقاله‌های منتشرشده به صد نفر محقق**

در سال ۱۳۸۳ به ازای هر صد نفر محقق حدود ۵۵ مقاله داخلی و خارجی در واحدهای تحقیق و توسعه، منتشر شده که در مقایسه با سال ۱۳۸۱ سیزده درصد کاهش یافته است. این در حالی است که مجموع مقاله‌های منتشرشده به‌وسیله محققان واحدهای تحقیق و توسعه در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ حدود ۸۳ درصد افزایش یافته، ولی رشد ۱۱۰ درصدی تعداد محققان باعث کاهش این شاخص در سال ۱۳۸۳ شده است. البته با توجه به افزایش چشمگیر تعداد مقاله‌های

منتشرشده خارجی در سال ۱۳۸۳، شاخص مقاله‌های خارجی منتشرشده به صد نفر محقق در سال ۱۳۸۳ هفت درصد افزایش یافته است. نمودار ذیل در مجموع، طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ تغییرات نسبتاً زیادی را نشان می‌دهد (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

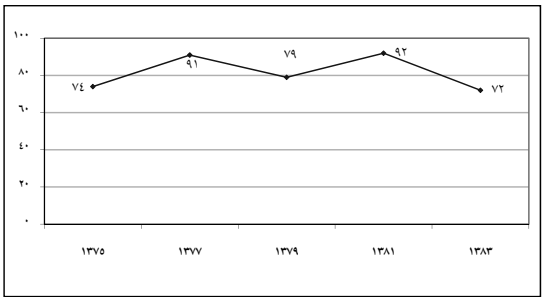
نمودار ۴۰ . تعداد مقاله‌های منتشرشده به صد نفر محقق




**ب) تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به صد نفر محقق**

در سال ۱۳۸۱ تعداد کل طرح‌های تحقیقاتی۱۷۷۹۳ عدد بوده است که در سال ۱۳۸۳ به ۲۹۲۶۷ طرح تحقیقاتی افزایش یافته است؛ به عبارتی بیش از ۶۴ درصد افزایش نسبت به سال ۱۳۸۱ وجود داشته است. اما تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به ازای هر صد نفر محقق در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ با کاهش ۲۲ درصدی مواجه است که دلیل این امر، افزایش ۱۱۰ درصدی تعداد محققان کشور طی این دو سال است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

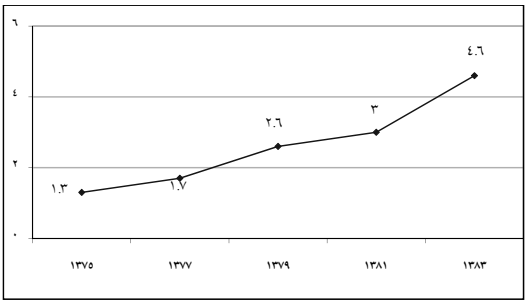
نمودار ۴۱. تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به صد نفر محقق



**ج) تعداد اختراعات ثبت شده به صد نفر محقق**

تعداد اختراعات ثبت شده در سال ۱۳۸۳ برابر با ۱۸۸۴ اختراع است که در مقایسه با سال ۱۳۸۱ حدوداً سه برابر شده است، ولی تعداد اختراعات ثبت شده به ازای صد نفر محقق ۵۴ درصد افزایش یافته است. به عبارتی در سال ۱۳۸۳ به ازای هر صد نفر محقق، ۴/۶ اختراع در کشور به ثبت رسیده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

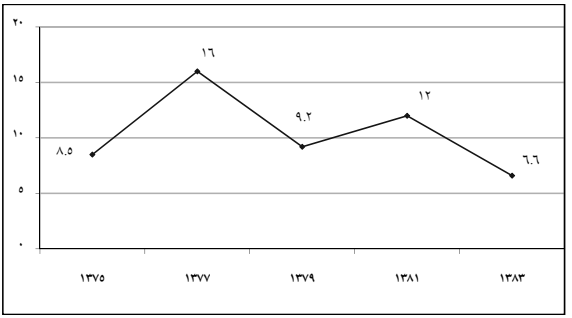
نمودار ۴۲. تعداد اختراعات ثبت شده (در اداره مالکیت صنعتی) به صد نفر محقق




**د) تعداد کتب علمی منتشرشده به صد نفر محقق**

نمودار زیر تعداد کتب علمی منتشرشده (در واحدهای تحقیق و توسعه) به صد نفر محقق را نشان می‌دهد. تعداد کتب علمی منتشرشده به صد نفر محقق در سال ۱۳۸۳ با ۴۵ درصد کاهش نسبت به سال ۱۳۸۱ به ۶/۶ کتاب رسیده است. در حالی که تعداد کتب علمی منتشرشده در سال ۱۳۸۳ در مقایسه با سال ۱۳۸۱ حدود ۱۵ درصد افزایش داشته است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

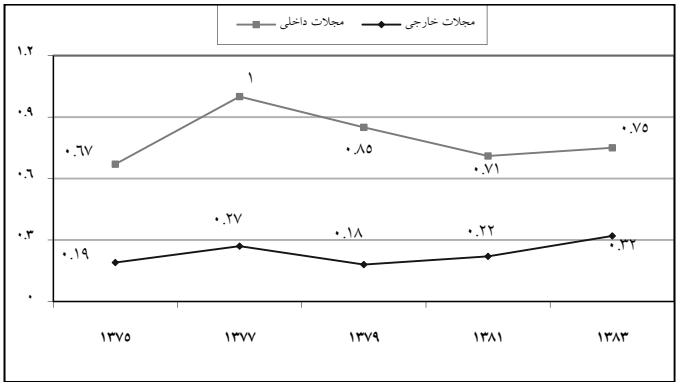
نمودار ۴۳. تعداد کتب علمی منتشرشده به صد نفر محقق



**هـ) تعداد مقاله‌های منتشرشده به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی**

نمودار زیر نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۳ به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی (به قیمت ثابت) تعداد ۰/۷۵ مقاله علمی در مجلات داخلی به‌وسیله محققان منتشر شده است که در مقایسه با سال ۱۳۸۱ رشد شش درصدی را نشان می‌دهد. همچنین در سال ۱۳۸۳ به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی (به قیمت ثابت) تعداد ۰/۳۲ مقاله علمی در مجلات خارجی منتشر شده که در مقایسه با سال ۱۳۸۱ رشد ۴۵ درصدی داشته است. رشد بیشتر تعداد مقاله‌های خارجی در مقایسه با مقاله‌های داخلی باعث افزایش بیشتر نسبت مقاله‌های خارجی به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی شده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

نمودار ۴۴. تعداد مقاله‌های منتشرشده به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی




**۶-۳-۵. شاخص‌های فناوری**

این شاخص‌ها عبارتند از:

۱. تعداد پارک‌های علم و فناوری،

۲. تعداد مراکز رشد واحدهای فناوری،

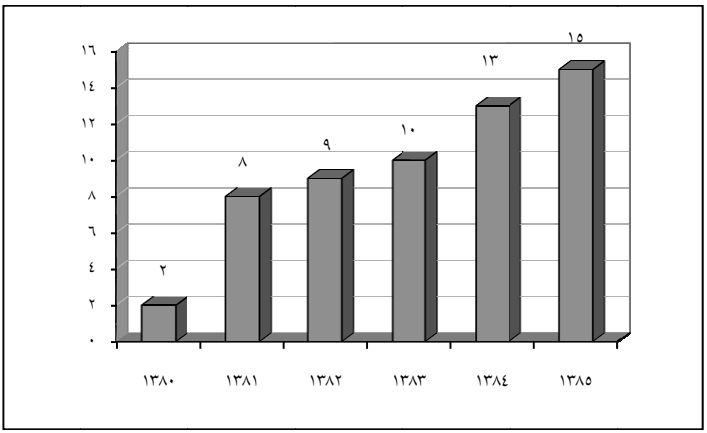
۳. درآمد حاصل از صادرات خدمات فنی و مهندسی کشور.

**الف) تعداد پارک‌های علم و فناوری**

پارک‌های علم و فناوری به عنوان یکی از نهادهای اجتماعی مؤثر در امر توسعه فناوری و به تبع آن، توسعه اقتصاد دانش‌مدار و اشتغال‌زایی تخصصی، مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان واقع شده است. موفقیت این

سازمان‌ها که در بسیاری کشورها نقش اساسی در رشد و توسعه علمی-اقتصادی داشته، موجب تکثیر سریع این الگو در کشورهای مختلف شده و تعداد آنها پیوسته افزایش یافته است. این پارک‌ها محیطی مناسب برای استقرار و حضور حرفه‌ای شرکت‌های فناوری کوچک و متوسط، واحدهای تحقیق و توسعه صنایع و مؤسسات پژوهشی است. هدف نهایی این هم‌نشینی ایجاد چشمه‌های فناوری و تسهیل فرایند جذب، ارتقا و انتشار آن است. از اهداف راهبردی این پارک‌ها می‌توان به استفاده از تجارب جهانی در قالب همکاری‌های بین‌المللی و همچنین حضور مؤثر در بازارهای فناوری جهان اشاره کرد. اهم فعالیت‌های آنها شامل بازارسنجی، ایده‌پردازی، پژوهش علمی، طراحی مهندسی، نمونه‌سازی، طراحی صنعتی، استانداردسازی، تدوین دانش فنی، ثبت مالکیت فکری، فروش و عملیات مستشاری بعدی برای تحقق محصولات فناوری در عرصه تولید صنعتی و همچنین عرضه سایر خدمات تخصصی است. نمودار زیر تعداد پارک‌های علم و فناوری کشور را از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۸۰ تنها دو پارک علم و فناوری در کشور تأسیس شده است. در سال ۱۳۸۱ تعداد این پارک‌ها با چهار برابر افزایش به هشت پارک و در سال ۱۳۸۵ به پانزده پارک رسیده است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

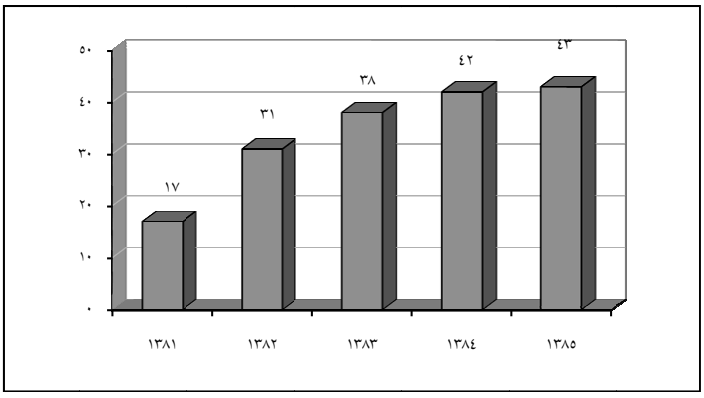
**نمودار ۴۵. تعداد پارک‌های علم و فناوری در کشور طی سال‌های ۸۵-۸۰**



**ب) تعداد مراکز رشد واحدهای فناوری**

مراکز رشد، مراکزی هستند که با در اختیار قراردادن امکانات و خدمات از یک‌سو و مشاوره‌های لازم در زمینه‌های فنی، مدیریتی، حقوقی و غیره از سوی دیگر، شرکت‌های نوپا و تیم‌های کارآفرین متکی بر فناوری را در راستای اجرای موفقیت‌آمیز ایده‌ها و نوآوری‌ها و همچنین رقابت در صحنه تجارت ملی و جهانی حمایت می‌کنند. مراکز رشد در زمره زیرساخت‌های فنی قرار می‌گیرند و نهادها یا چارچوب‌هایی هستند که برای پرورش یا ایجاد کسب و کارهای کوچک تأسیس می‌شوند. مراکز رشد نقش عمده‌ای در شکل‌گیری و توسعه واحدهای نوپا با فعالیت‌های مبتنی بر فناوری دارند. بسترسازی برای تجاری کردن دستاوردهای تحقیقاتی و همچنین ایجاد فضای لازم برای گسترش و رشد واحدهای کوچک و متوسط دانش‌محور و فناور فعال در زمینه‌های مختلف فناوری از اهداف تشکیل مراکز رشد بیان شده‌اند. مرکز رشد، فضای اداری و آزمایشگاهی همراه با خدمات حمایتی مختلف با حداقل هزینه را برای شرکت‌های نوپا فراهم می‌کند. نمودار زیر تعداد مراکز رشد واحدهای فناوری در کشور را طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. روند رو به رشد تعداد این مراکز در کشور در این نمودار به وضوح قابل مشاهده است. در سال ۱۳۸۱ وجود هفده مرکز رشد در کشور گزارش شده است. این تعداد در سال ۱۳۸۲ نسبت به سال ۱۳۸۱ با ۱۳۸۲ درصد افزایش به ۳۱ مرکز رسیده است. تعداد مراکز رشد در سال ۱۳۸۵ به ۴۳ مرکز افزایش یافته است (سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران،۱۳۸۶).

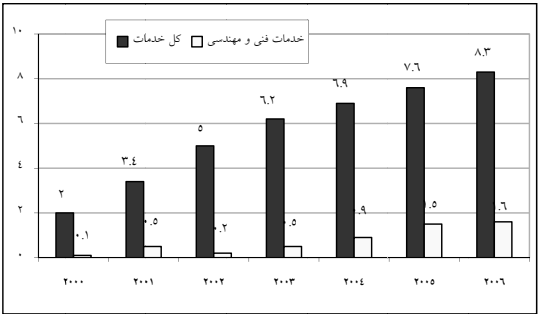
نمودار ۴۶ .تعداد مراکز رشد واحدهای فناوری در کشور طی سال‌های ۸۵-۸۱



**ج) درآمد حاصل از صادرات خدمات فنی و مهندسی کشور**

صادرات خدمات فنی و مهندسی به عنوان بخشی از صادرات غیرنفتی علاوه‌بر ایجاد عدم وابستگی به صادرات نفت خام، تصویری از قدرت و توان علمی و فنی کشور را در معرض نمایش می‌گذارد. درآمد حاصل از صادرات خدمات فنی و مهندسی کشور در سال ۲۰۰۰ برابر با ۰/۱ میلیارد دلار بوده است که در سال ۲۰۰۶ به ۱/۶ میلیارد دلار افزایش یافته است. روند رشد این درآمد به‌رغم کاهش آن در سال ۲۰۰۲، در مجموع افزایشی است یعنی از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۶ از رشد متوسط ۵۹ درصدی برخوردار بوده است. سهم ایران از کل صادرات خدمات فنی و مهندسی جهان در سال ۲۰۰۶ برابر با ۰/۴ درصد است. ضمناً سهم صادرات خدمات فنی و مهندسی از کل صادرات خدمات در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ به بیش از ۱۹ درصد رسیده است (اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۸).

**نمودار ۴۷. درآمد حاصل از صادرات کل خدمات و خدمات فنی و مهندسی در ایران به میلیارد دلار**




## ۴-۵. بررسی و تحلیل شاخص‌ها

بررسی شاخص‌های ارزیابی کلان علم و فناوری کشور نشان می‌دهد:

• ساختار آموزش عالی کشور (صرف نظر از دانشگاه آزاد اسلامی) به‌طور عمده دولتی است و دانشگاه‌های غیرانتفاعی توسعه زیادی نیافته‌اند.

• از هر یک میلیون نفر جمعیت کشور، ۳۱۳۸۰ نفر دانشجو هستند. بیش از ۶۵ درصد دانشجویان دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور در مقطع کارشناسی و ۵ درصد در مقطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی) مشغول به تحصیل‌اند. به‌منظور تحقق برنامه توسعه چهارم درخصوص ارتقای سهم کشور از تولید علمی جهان، ضرورت گسترش مقاطع تحصیلات تکمیلی مشهود است.

• بررسی تحولات مربوط به تعداد فارغ‌التحصیلان در دوره مورد بررسی ۱۳۸۴- ۱۳۷۹ نشان می‌دهد که تعداد دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها و مراکز آموزش‌عالی دولتی با برخورداری از رشد متوسط سالیانه ۵/۵ درصد افزایش یافته است. بخش غیردولتی آموزش عالی ۶۳/۳۹ درصد از مجموع کل دانش‌آموختگان بخش‌های دولتی و غیردولتی آموزش عالی را در سال تحصیلی ۱۳۸۶- ۱۳۸۵ دارا بوده است. همچنین از کل دانش‌آموختگان بخش غیردولتی ۸۹/۱۱ درصد به دانشگاه آزاد اسلامی و ۱۰/۸۹ درصد به دیگر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی غیردولتی غیرانتفاعی اختصاص داشته است.

• درصد اعضای هیئت علمی تمام وقت در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی (به‌جز دانشگاه آزاد اسلامی) نسبت به سال تحصیلی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ (۷۴/۳۲ درصد) در سال تحصیلی ۱۳۸۳-۱۳۸۴ کاهش یافته است (۶۲/۳۲ درصد). این در حالی است که درصد اعضای هیئت علمی پاره وقت رو به افزایش است. (از ۲۵/۶۵ درصد در سال تحصیلی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ به ۳۷/۶۸ درصد در سال تحصیلی ۱۳۸۳-۱۳۸۴ رسیده است).

• شاخص تعداد دانشجو به عضو هیئت علمی (در سال تحصیلی ۱۳۸۳-۱۳۸۴) در دانشگاه‌های دولتی تقریباً ۲۵ است، اما این شاخص در گروه تحصیلی علوم انسانی ۳۹ است. در گروه علوم پزشکی این شاخص در سال تحصیلی ۱۳۸۳-۱۳۸۴ به هشت رسیده است.

• تعداد دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی وابسته به دولت در سال‌های اخیر با رشد زیادی در حال افزایش است. این تعداد از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ سالانه ۱۶ درصد افزایش یافته است در حالی که رشد تعداد دانش‌آموختگان دکتری تخصصی، سالانه ۸ درصد بوده است. این امر تفاوت زیاد بین رشد دو مقطع کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی را با یکدیگر نشان می‌دهد.

• درصد اعتبارات آموزش عالی از تولید ناخالص داخلی کم است (۰/۴۶ در سال ۱۳۸۳) و سهم اعتبارات آموزش عالی از تولید ناخالص داخلی در سال۱۳۸۳ حدود ۰/۵ درصد نسبت به سال۱۳۸۲ کاهش یافته است.

• درصد اعتبارات آموزش عالی از بودجه کل کشور در سال ۱۳۸۳، ۴/۲۸ درصد است. سهم اعتبارات آموزش عالی از بودجه کل کشور در سال ۱۳۸۳ به میزان ۰/۱۵ درصد نسبت به سال ۸۰ افزایش داشته است.

• تعداد کل شاغلان تحقیقاتی در سال ۱۳۸۳ حدود ۵۷ درصد نسبت به سال ۱۳۸۱ افزایش یافته است.

• اختلاف تعداد یا درصد محققان به تفکیک گروه‌های علمی کمتر شده است.
• بیشتر محققان در بخش‌های آموزشی و تحقیقاتی فعالیت دارند و تنها ۱۵ درصد آنها در بخش صنعت شاغل هستند.
• اکثر شاغلان تحقیقاتی در کشورهای صنعتی در بخش مؤسسات بازرگانی و صنعتی مشغول فعالیت هستند؛ در حالی که در ایران اکثر شاغلان تحقیقاتی در بخش‌های آموزش عالی و دولت فعالیت می کنند.
• میزان اعتبارات دولتی تحقیقات در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ به قیمت جاری، دو برابر و به قیمت ثابت ۵۸ درصد افزایش یافته است.
• تعداد تولیدات علمی منتشرشده در مجلات معتبر داخلی و بین‌المللی با رشد زیادی در حال افزایش است. تعداد تولید علمی در گروه علوم انسانی از سال ۲۰۰۰ به بعد ۴۴ درصد رشد متوسط سالیانه داشته است و گروه‌های فنی‌ومهندسی و علوم پزشکی از حدود ۳۷ درصد رشد سالیانه برخوردار بوده‌اند. گروه علوم پایه نیز با ۲۸ درصد کمترین رشد متوسط سالیانه را داشته است. البته از نظر کمیت، گروه علوم پایه همچنان بیشترین تعداد تولید علمی را دارد.
• تعداد اختراعات ثبت شده در کشور در اداره مالکیت صنعتی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ با رشد متوسط سالیانه ۶۶ درصدی همراه بوده است.
• تعداد پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد و واحدهای فناور مستقر در آنها در کشور با رشد بالایی همراه بوده است.
• افزایش تعداد متخصصین، انتشار مقاله‌های علمی و خودکفایی در تولید بعضی محصولات از جمله پیشرفت‌های کشور در عرصه زیست‌فناوری است.
از مصادیق تولید علم می‌توان به کتاب اشاره کرد. کتاب می‌تواند شاخص تولید علم باشد، مشروط به اینکه اولاً تألیف باشد نه ترجمه، ثانیاً به‌وسیله هیئت تحریریه و داوران مجرب و متخصص در همان رشته مورد بررسی قرار گرفته باشد(زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).
بسیاری از پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های دانشگاه‌های کشور در کتابخانه‌ها بلااستفاده می‌ماند و نیروها به جای کمک در تولید علم برای دریافت مدرک هدر می‌روند. سیاست‌گذاری و اثرگذاری در راه تدوین موضوعات علمی نیاز به مدیریت واحد فعال غیرسیاسی (عدم وابستگی به احزاب و جناح‌ها) منطبق با روش‌شناختی علم، نیاز مسلم جامعه ماست تا در دوره‌های تحصیلات تکمیلی شاهد یک جهش در عرصه پایان‌نامه و تدوین مقالات باشیم (حسن زاده، ۱۳۸۸).
اختراع می‌تواند در صورتی که ثبت جهانی شده باشد و مراحل بررسی فنی و علمی را پشت سر گذاشته باشد، بعنوان شاخص تولید علم به حساب آید.

البته این نکته را باید مد نظر داشت که معمولاً از اختراع، مقاله بین‌المللی منتشر می‌گردد و اختراعی که نتوان از آن مقاله استخراج کرد را نمی‌توان ملاک تولید علم نامید (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).
تا زمانی که یک اختراع، مقاله‌ای درپی نداشته باشد و یا مسئله‌ای را حل نکند، تولید علم محسوب نمی‌شود. متأسفانه در کشور ما سازمان ثبت اختراعات که به‌وسیله سازمان ثبت اداره می‌شود، دچار یک مشکل اساسی می‌باشد و آن این که لیست اختراعات ثبت شده بسیار طولانی است اما نتایج علمی حاصل و مقاله‌ای که از آن استخراج می‌شود وجود ندارد و در اکثریت موارد حاصل ابداعات فردی یا کپی‌برداری از الگوهای دیگران است. پیشنهاد می‌گردد یک مجموعه از کارشناسان دانشگاه‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، و بهداشت و درمان و آموزش پزشکی کشور برای ارزیابی مطلوب وارد عمل شده و ضمن حمایت از مبتکران، آنها را ساماندهی کنند و در واگذاری پروژه‌های اولویت‌دار، ارائه برنامه کنند و به حمایت تجهیزاتی و مدیریتی بپردازند. ایجاد نمایشگاه سالانه از دستاوردهای علمی در قالب مقالات، نظریه‌ها و مسائل علمی و تقویت و حمایت جدی از آنان - نه به شکل مطبوعاتی و تنها در قالب مصاحبه‌هایی که اغلب تحت تأثیر مسائل سیاسی قرار می‌گیرد - می‌تواند راه‌گشا باشد؛ هر چند اختراع، جزء فناوری است و به تنهایی جزء شاخص‌های تولید علم محسوب نمی‌شود، ولی اختراعاتی مهم در این عرصه تلقی می‌گردند که تحت داوری قرار گرفته و پس از بررسی فنی، نتایج آن مورد قبول واقع شود (حسنزاده، ۱۳۸۸).
گزارش‌های علمی، آثار ادبی و آفرینش هنری منحصر بفرد، کار گروهی منتج به مقاله، نوآوری و کار آفرینی را نیز می‌توان از مصادیق تولید علم به حساب آورد (زلفی گل و کیانی بختیاری، ۱۳۸۷).

**نتیجه گیری**

در این فصل شاخص‌های رشد و تولید علم در کشور در سال‌های اخیر بررسی شد. اگرچه بررسی این شاخص‌ها بیانگر شیب مثبت رشد در نمودار تولیدات کشور است، ولی نکات ضعفی نیز مشاهده می‌شود که با اهتمام مسئولین و متولیان امر قابل رفع است. یکی از نکات مهمی که در تنظیم و بررسی آمارها به‌وضوح مشاهده و مشخص شد مغایرت ارقام ارائه شده از سوی مراجع مختلف بود که بیشتر به تفاوت در تعاریف، مفاهیم، تفاوت جامعه آماری و تفاوت روش آمارگیری برمی‌گردد. همچنین در بررسی‌ها گاهی تغییرات زیادی در آمارهای ارائه شده به‌وسیله یک مرکز در سال‌های مختلف ملاحظه شد که ناشی از تفاوت روش آمارگیری، آموزش ناکافی آمارگیران، نبود

کارشناس مسئول و آشنا با مفاهیم و تعاریف در مراکز تحقیقاتی، فقدان آمار و داده‌های مستمر در آن مراکز و برخی عوامل دیگر است. به نظر می‌رسد رفع موانع یاد شده و بهبود امر ارزیابی و دستیابی به نتایج روشن و دقیق نیازمند اجرای یک نظام جامع آماری در تمام مراکز مزبور و یکسان‌سازی تعاریف و مفاهیم است. به عبارت دیگر با ساماندهی و ایجاد نظام آمارهای ثبتی که خوشبختانه در دستور کار مرکز آمار ایران قرار دارد، به نتایج قابل اعتمادتری نایل خواهیم شد.

هرچند ارائه تصویری از ایران آینده در قرن پانزدهم هجری شمسی (ایران۱۴۰۴) با بیان برنامه‌های ۲۰ساله می‌تواند نمادی از ایده‌آل‌های جامعه ما را به تصویر بکشد، ولی اگر خارج از کلی گوئی‌ها، سیاست‌ها، اولویت‌ها و برنامه‌های اجرائی مشخص نشود و کارگروه‌های فعال شکل نگیرد، نمی‌توان به فرازها و اوج‌های موجود دلبستگی کامل داشت. این استراتژی در عمل می‌باید با تاکتیک‌ها و برنامه‌های اجرائی و توجه بنیادی در بودجه‌نویسی، عملی شود، نه اینکه دانشگاه‌ها و مراکز علمی در سختی‌های پیچ و خم جاده پژوهش زمین‌گیر شوند.

در حال حاضر می‌توانیم ادعا کنیم که در بسیاری از شاخه‌های علوم از خط فقری علمی عبور کرده‌ایم اما به نظر نمی‌آید که هنوز این وضعیت برای پژوهشگران خودباور و جوانان شایسته ما راضی‌کننده باشد. ما باید به دنبال این هدف باشیم که همچون کشورهای پیشرفته در اغلب شاخه‌های علوم چندین برابر بیشتر از سهم کنونی کشورمان در تولید علم جهانی نقش داشته باشیم. در پایان باید به این نتیجه مهم اشاره کرد که اگرچه نباید توقع داشته باشیم که در همه شاخه‌های علوم به‌طور مساوی تولید علم کنیم، اما باید در همه شاخه‌ها سهمی معقول و شایسته از تولید علم در جهان داشته باشیم.

۶

# بررسی و ارزیابی وضعیت فناوری‌های برتر کشور

برای بررسی وضعیت فناوری در کشور ابتدا به بررسی مفهومی فناوری و فناوری‌های برتر می‌پردازیم و نحوه انتخاب برخی فناوری‌ها در سیاست‌های کشور و جهت‌گیری آن را بیان می‌کنیم و در ادامه به وضعیت و دستاوردهای شش فناوری برتر نانو فناوری، زیست‌فناوری، فناوری زیست‌محیطی، فناوری هوافضا، فناوری اطلاعات و علوم و فناوری شناختی در کشور می‌پردازیم.

**۱-۶. مفهوم شناسی فناوری**

فناوری را با بیان‌های مختلف و از دیدگاه‌های متفاوتی تعریف کرده‌اند و با توجه به رویکردهای متفاوت، تعریف‌های گوناگونی از آن ارائه داده‌اند. «یونیدو» فناوری را «کاربرد علوم در صنایع با استفاده از رویه‌ها و مطالعات منظم و جهت‌دار» می‌داند. از منظر سیستمی، فناوری سیستمی ساخته بشر در نظر گرفته شده که متشکل از سخت‌افزارها و نرم‌افزارها بوده و هدف آن تولید کالاها و خدماتی است که صرف نیازهای انسانی می‌شود و یا به صورت بازخورد برای توسعه فناوری وارد آن سیستم می‌شود (Stewart,1981: 70).کسانی که فناوری را، اغلب با محصولات نهایی اشتباه گرفته‌اند، فناوری را عبارت می‌دانند از دانش نحوه طراحی، توسعه، ساخت وکنترل کیفیت مصنوعاتی که برآورنده تقاضا یا نیاز انسانی است(Coopey, Muttly, 1993).از دیدگاه اقتصادی، فناوری

عامل تبدیل‌کننده چهار عنصر: منابع طبیعی، زمین، سرمایه، و منابع انسانی به کالای ساخته شده و خدمات قابل ارائه است. از دیدی کلان‌نگر، فناوری عبارتست از: همه فرایندها، روش‌ها، فنون، معلومات (نرم‌افزار) و همچنین سخت‌افزارهایی که جامعه را در بقا و ارتقای حیاتش یاری می‌دهند و بنابراین، برپایه شناخت آدمی استوار است (اهمیت فناوری و ضرورت تدوین سیاست‌های کلی: ۲۸۶).

طارق خلیل[1] با رویکردی مدیریتی، فناوری را به صورت «فرایند ترکیب نظام‌مند ابزار، دانش فنی و اطلاعات لازم برای به‌کارگیری ابزار و نیز مهارت‌های انسانی مورد نیاز برای استفاده از دانش و ابزار» تعریف می‌کند(خلیل، ۱۳۸۱).

پورتر[2] با دیدی اقتصادی چنین فناوری را «عامل تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها می‌داند که از طریق تولید ارزش افزوده، ایجاد مزیت رقابتی می‌کند» (پورتر، ۱۹۸۵). از دیدگاه اقتصاددانان، فناوری دانشی است که در امر تولید، تجاری کردن و توزیع کالا و خدمات به کار می‌رود و وسیله‌ای است جهت ارتقای توانایی‌های فیزیکی و فکری انسان، و ابزاری است برای تبدیل منابع ساده به منابع و کالاهای پیچیده(ستاریفر، ۱۳۷۴). لغت‌نامه وبستر نیز فناوری را به «دانش عملی یا کاربردی[3]» تعبیر کرده است.(Gove wevster, 1981)

در سطح ملی، فناوری مجموعه‌ای از توانمندی‌ها برای تولید محصول یا صنعتی شدن است. هدف از کاربرد آن می‌تواند نیل به توسعه اقتصادی و بالابردن توان رقابتی، رفاه عمومی، قابلیت دفاعی و رزمی، بهره‌برداری صحیح از منابع طبیعی، حفظ محیط‌زیست و همچنین ارتقاء فرهنگ، روابط و ساختار اجتماعی باشد. در سایر سطوح و بخش‌ها نیز، فناوری مفهومی را تداعی می‌کند که در آن، عاملی، برای ایجاد توان و قدرت برآورده ساختن اهداف است. به این ترتیب در یک واحد صنعتی، فناوری، قابلیت ترکیب عوامل اصلی تولید و ایجاد محصول و به‌طور کلی مجموعه‌ای از ابزارهای فیزیکی(که خود حاصل تکنولوژی است) و توانایی‌های فکری و مهارت‌های انسانی می‌باشد که عملکرد عینی آن ایجاد محصول یا ارائه خدمات است (حاج فتحلعی‌ها، ۱۳۷۲).

به صورت خلاصه، برخی از تعاریف متداول در زمینه فناوری عبارتند از:

۱. مجموعه‌ای از علوم و فنون برای نیل به یک محصول تولیدی یا خدماتی،

۲. ارتباط شعور انسانی با ابزار و آگاهی در کاربرد و کنترل آن،

1. Tarek Khalil
2. M.Porter
3. Applied Science

۳. عقلی که به جهان و تکامل آن حاکم است،
۴. مهارت، دانش، روش ساختن، بکارگرفتن و انجام دادن چیزها. (این تعریف در وسیع‌ترین معنای آن شامل همه فعالیت‌هایی است که با تولید و توزیع اجتماعی ارتباط پیدا می‌کند)،
۵. ابزاری برای تبدیل منابع طبیعی به کالاهای قابل استفاده،
۶. منبعی برای افزایش ثروت،
۷. عاملی برای ایجاد تغییرات اجتماعی،
۸. مجموعه‌ای از فراگردهای فیزیکی، روش‌ها، فنون، ابزار و تجهیزات که با آنها محصولی ساخته می‌شود و یا خدماتی عرضه می‌گردد،
۹. مهارت، دانش، و شیوه‌های لازم بـــــــرای تهیه و تولید کالا و عرضه خدمات که حاصل قدرت فکری و شناخت انسان و ترکیب قوانین موجود در طبیعت می‌باشد،
۱۰. دانش مربوط به طراحی و طرز کار، ساخت، تعمیر، نگهداری و استفاده از وسایل، ابزار و ماشین آلات،
۱۱. ترکیبی از نرم‌افزار[1] و سخت‌افزار[2] که سهم نسبی هر یک، از دامنه وسیعی برخوردار است. سخت‌افزار فناوری دربرگیرنده نوع محصول نهایی است از قبیل اتومبیل، کامپیوتر و... و نوع ابزار از قبیل ابزارآلاتی که برای تولید محصول نهایی بکار می‌روند؛ (شناسایی نهادهای سیاست‌گذار و پشتیبان صنایع Hi-Tech در ایران،۱۳۸۳). جنبه نرم‌افزاری آن در برگیرنده دانش فنی[3]: از قبیل به‌کارگیری روش‌ها، تکنیک‌ها و مهارت‌های کاربردی[4]: از قبیل مهارت، تجربه و آگاهی است،
۱۲. فن شناختی است و ساده‌ترین تعریف آن عبارت از دانش کاربردی و یا استفاده از یافته‌های علمی و پژوهشی برای دستیابی به کاربردهای فنی است. به همین دلیل دربرگیرنده دانش‌ها، تجربه‌ها، مهارت‌ها و اطلاعات است،
۱۳. از یک سو مجموعه‌ای از ماشین‌آلات و ابزار است و از سوی دیگر مجموعه‌ای از فرایندها، روش‌ها و دانش ساخت، نصب و راه‌اندازی، بهره‌گیری، نگهداری، تعمیر، اصلاح، خلق و مدیریت ماشین‌آلات و ابزار فنی است. بنابراین فناوری عین صنعت نیست؛ بلکه پایه و قاعده صنعت است. صنعتی که بدون اهتمام کافی به کسب و جذب فناوری مربوطه ایجاد شود، بی‌پایه و بی‌قاعده خواهد بود و نمی‌تواند به حیات تکامل بخش ادامه دهد،
۱۴. جزء معارف و دانش بشری است و کسب و جذب مؤثر آن وقتی عملی

1. Sofrware
2. Hardware
3. Know-How
4. Know- why

است که جامعه در کسب علم، دانش و کاربردهای آن توانمند باشد،
۱۵. فناوری، شکل و محتوای زندگی روزمره جوامع انسانی را مشخص می‌کند. وسایل و ابزار کار، حمل و نقل، جنگ و نزاع، زراعت و فراغت همگی نتایج و ثمرات فناوری آن جامعه است (ستاریفر، ۱۳۷۴).

همان‌طور که از برآیند کلی تعاریف برمی‌آید، فناوری به صورت فرایندی است که با استفاده از دانش، منابع اولیه[1] را به خروجی‌ها[2] تبدیل می‌کند. فناوری از چهار جزء شامل: انسان افزار[3]، اطلاعات افزار[4]، ماشین افزار[5] و سازمان افزار[6] تشکیل شده و سطح فناوری از برآیند کیفیت این چهار جزء تعیین می‌شود (شریف، ۱۹۸۵). منظور از ماشین‌افزار، وسایل، تجهیزات و کلیه امکانات فیزیکی لازم برای انجام عملیات تبدیل یا تولید است. منظور از اطلاعات افزار، اسناد، اطلاعات و ارقام مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های تولیدی است مانند طرح‌ها، نقشه‌ها، محاسبات ریاضی و نظریه‌های علمی. انسان افزار جزئی از فناوری است که در انسان‌ها نهفته است؛ مانند تخصص، مهارت و نوآوری، و بالاخره سازمان افزار جزء نهفته در سازمان و روش‌های نظامند کردن و مدیریت و کنترل فرایند است(شناسایی نهادهای سیاست‌گذار و پشتیبان صنایع Hi-Tech در ایران،۱۳۸۳). چنانچه ملاحظه می‌شود، سه مورد از چهار مورد فوق عوامل نرم‌افزاری هستند. در این رویکرد، اجزای تشکیل‌دهنده فناوری عبارتند از: تجربیات عملیاتی و دانش فنی، فنون، اصول و قوانین علمی، تجهیزات، و سازمان(شامل ساختار و سیستم‌ها)(اهمیت فناوری و ضرورت تدوین سیاست‌های کلی، ۱۳۸۴: ۲۸۶)

**۲-۶. مفهوم‌شناسی فناوری برتر**

با توجه به تعاریف مختلف ارائه شده برای فناوری‌های برتر(Hi-Tech) و سطوح متفاوت توسعه فناوری در کشورهای مختلف، طبقه‌بندی‌های مختلفی نیز از فناوری‌های برتر مطرح شده و سازمان‌ها و کشورهای مختلف، فهرست متفاوتی از فناوری‌های برتر (Hi-Tech) ارائه داده‌اند.

فناوری‌های نو اصطلاحی است که برای فناوری‌هایی بکار می‌رود که احتمالاً صنایع جدیدی می‌آفرینند و مشتمل بر فناوری‌هایی هستند که به مرحله‌ای از بلوغ رسیده‌اند که با موفقیت به اجرا می‌رسند اما در میان جامعه صنعتی چندان گسترش نیافته‌اند. این نوع فناوری‌ها می‌توانند اثرات ارتقاء بخش

1. Inpnt
2. owtpwt
3. Humanware
4. Inforware
5. Technoware
6. Orgaware

اقتصادی در افق ۱۵ ساله آتی داشته باشند. این نوع فناوری، نوعی نوآوری مبتنی بر علم است که دارای ظرفیت ایجاد صنعتی نو و یا نوعی تحول در مسیر خطی صنایع موجود است(تدوین راهبردهای تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۶).

اولین تلاش نظام مند برای تعریف فناوری‌های برتر در سال ۱۹۸۲ به‌وسیله دیویس[1] صورت گرفت. وی صنایع تولیدی فناوری‌های برتر را آن دسته از صنایع قلمداد کرد که محصولاتی با بیشترین مخارج تحقیق و توسعه نهفته (D&R)نسبت به ارزش فروش تولید می‌کنند. برای تشریح مفهوم تحقیق و توسعه نهفته[2] به مثال صنعت هواپیما می‌توان اشاره کرد که بخشی از مخارج تحقیق و توسعه در آن، مربوط به سیستم‌های اویونیک[3] است که این سیستم‌ها به‌وسیله صنعت کامپیوتر تولید می‌شوند. دیویس از تکنیک داده برای تعیین میزان ارزش تحقیق و توسعه نهفته در محصولات واسطه‌ای استفاده کرد. به این شکل که هزینه تحقیق و توسعه (که در کالاهای واسطه‌ای لحاظ شده) بر میزان تحقیق و توسعه که به شکل مستقیم و ملموس در تولید محصول نهایی در نظر گرفته می‌شود؛ اضافه می‌شود. همراه با طبقه‌بندی محصولات از بالاترین تا پایین‌ترین شدت فناوری، دیویس ده فناوری اول را به عنوان فناوری برتر در نظر گرفت. به این ترتیب محصولی که در سطح دهم قرار دارد ۳۰درصد بیشتر از محصول سطح یازدهم و بیش از دو برابر متوسط کل تولید، شدت فناوری دارد. تعریف دیویس برمبنای طبقه‌بندی صنعتی استاندارد SIC[4] اداره بازرگانی آمریکا بوده و در نتیجه این تعریف برای داده‌های بین‌المللی که برمبنای طبقه‌بندی تجارت بین الملل استاندارد SITC[5] صورت گرفته، قابل اعمال نیست. هاتر[6] برای رفع این مشکل، به هماهنگی بین این دو روش طبقه‌بندی پرداخت که اساس هماهنگی SITC بود. بانک جهانی از این تعریف برای مجموعه داده‌های کام ترید[7] سازمان ملل استفاده کرده و در مطالعه صادرات Hi-Tech هفتاد کشور توسعه یافته و در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۷ به کار برده است. تعریفی دیگر فناوری برتر را آن دسته‌ای از فناوری می‌داند که از سرعت تغییر نوآوری و هزینه تحقیق و توسعه بیشتری برخوردار بوده و عموماً در

1. Davis
2. R&D embodied
3. Avionic
4. Standara Industrinal Classification
5. Standara Industrinal Trade Classification
6. Hatter
7. Com trade

دست کشورهای پیشرفته به عنوان مزیتی نسبی است و در بازارهای جهانی و یکپارچه امروز کلید موفقیت و پیشتازی آنها را رقم می‌زنند (شناسایی نهادهای سیاست‌گذارر و پشتیبان صنایع Hi-Tech در ایران،۱۳۸۳).

دفتر ارزیابی تکنولوژی کنگره آمریکا[1] شرکت‌های با فناوری برتر را شرکت‌هایی می‌داند که درگیر طراحی، توسعه و معرفی محصولات جدید یا فرایندهای خلاقانه تولید و یا هر دو مورد از طریق کاربرد نظام‌مند دانش فنی و علمی هستند. در این تعریف همچنین اشاره شده که شرکت‌های دارای فناوری برتر، نوعاً جدیدترین فنون[2] را به‌کار برده و از نظر منابع قابل سنجش، سهم قابل توجهی از سرمایه خود را به تحقیق و استخدام دانشمندان، مهندسین و کارکنان فنی اختصاص می‌دهند.

اداره سرشماری[3] برای طبقه‌بندی صنایع، محصولات نهایی را مبنای قضاوت قرار داده و صنایعی را به عنوان فناوری برتر در نظر می‌گیرد که در محصولات‌شان از حداقل یکی از ده تکنولوژی پیشرفته بیوتکنولوژی،[4] تکنولوژی علوم زیست،[5] اپتوالکترونیک،[6] کامپیوتر و مخابرات، الکترونیک، تولید یکپارچه کامپیوتری، طراحی مواد، هوافضا، اسلحه و تکنولوژی هسته‌ای استفاده کند (شناسایی نهادهای سیاست‌گذار و پشتیبان صنایع Hi-Tech در ایران،۱۳۸۳).

طارق خلیل هم معتقد است واژه فناوری برتر به تمام فناوری‌های پیچیده یا پیشرفته قابل اطلاق است و شرکتی را دارنده فناوری برتر می داند که افراد و نیروهایی با تحصیلات بالا استخدام کند و بافت اصلی آن را دانشمندان و مهندسین تشکیل دهند و نرخ تغییر تکنولوژی آن نسبت به دیگر صنایع بیشتر است.

از مجموع تعاریف فوق مشخص می‌شود که در تعریف فناوری‌های برتر، بیشتر توافق عمومی روی ویژگی کلی این فناوری‌ها است. با وجود توافق نظر کلی در مورد تعریف فناوری‌های برتر، هنوز اتفاق نظری در مورد این که چه صنایعی جزء این تکنولوژی‌ها قرار می‌گیرند؛ وجود ندارد. چرا که تعریف محصول جدید، فرایند تولید نوآورانه و صنایع مربوطه، مفاهیمی ذهنی هستند.

به‌طور کلی فناوری برتر دارای ویژگی‌های ذیل است:

۱. در مفهوم فناوری‌های نو، نوعی توانایی بالقوه برای خلق محصولات جدید به چشم می‌خورد.

1 . Congressional office of Technology Assessment
2 . State of art
3 . Bureau of Census
4 . Bio Technology
5 . Life science Technology
6 . Opto - Electronic

۲. موتور محرک آنها دانش اســت، نه تولیدات کارخانه‌ای. به عبارتی دانش‌بر هســتند: جــذب، توســعه و به‌کارگیری آنها نیازمند انباشــت دانش اســت. فناوری‌هــای جدید، ســرمایه‌ریزی کمتری دارند و دانش پایه هســتند. این امــر فرصــت بی‌نظیری برای توســعه علمی در اختیار قــرار می‌دهد، به ویژه اینکه فناوری‌های نو وابســتگی زیادی به سطح توســعه یافتگی فناوری‌های قبلی ندارند. زمینه‌های بســیاری مانند ژنتیک، بیوتکنولوژی، محیط‌زیســت و هوش‌مصنوعی، امکانات وســیعی را برای توسعه به‌طور اعم و توسعه پایدار به‌طور اخص در اختیار می‌گذارند.
۳. علم بنیان هســتند: فناوری‌های نوظهور، مثل هر فناوری دیگری مبتنی‌بر دانش‌اند. لکن تفاوت فناوری نوظهور در این است که مبنای دانش آن اکنون نیز در حال گســترش اســت و همین خود، دلیل غیــر قابل پیش‌بینی بودن روند و مســیر این فناوری و پیدایش نوعی عدم اطمینان در حصول آن است. چگونگی برآورد وضعیت پایه دانش یک فناوری، دارای معیارها و شاخص‌های خاصی است که از آن جمله مدت زمان لازم برای دو برابر شدن حجم دانش انباشــت شده در خصوص آن موضوع است. هر چقدر این زمان کوتاه‌تر باشد، به مفهوم گسترده‌تر بودن حوزه دانش پایه آن فناوری است. این خود متضمن بحرانی‌تر بودن خصیصه نوظهوری در فناوری مورد نظر است.
۴. به‌شدت چندرشته‌ای هستند.
۵. برخــی از آنها دارای هم‌افزایی با یکدیگر هســتند و وابســتگی کمتری به مواد اولیه و منابع طبیعــی دارند (تدوین راهبردهای تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۶: ۲۱۸-۲۱۹).
۶. دوره زندگی محصولات، بسیار کوتاه (بین یک تا پنج سال) است.
۷. دارای عملیــات تولیدی‌اند که معمولاً به همــراه حجم زیادی از تحقیق و توســعه می‌باشــد و ارتباط قوی بین تحقیق و توســعه و تولیدات کارخانه‌ای وجود دارد.
۸. کارهایی که ســطح بالایــی از مهارت‌های مبتنی بــر حداقل آموزش‌های ۴ســاله دانشــگاهی را نیاز دارند و حتی گاهی نیازمند تحصیلات کارشناسی ارشــد باشــند. این آموزش‌ها به غیر از آن است که پرســنل باید مهارت‌های تکنیکی جدید را از ۵ تا ۷ سال در حین کارشان آموزش ببینند.
۹. شــروع و پایه‌گذاری صنایع مبتنی بر فناوری‌هــای برتر تقریباً منحصر به فرد و متمرکز بر فناوری اســت، اما در مراحل بعد، بازاریابی هم حائز اهمیت خواهد بود.
۱۰. در نقاط و نواحی خاصی از کشور، متمرکز می‌شود.

۱۱. ریسک، بالا و احتمال بهره‌وری و توسعه زیاد است.
۱۲. توان کارآفرینی و اشتغال‌زایی بالا دارد (مروری بر برنامه‌ها و سیاست‌های کلی در گذشته و آینده، مرکز صنایع نوین).

**۳-۶. جهت‌گیری کشور در مورد فناوری**

هدف اصلی توجه به فناوری به‌ویژه فناوری‌های برتر در کشور، تقویت و تأمین اقتدار ملی، و نیل به حیات طیبه به مفهوم برخورداری از رفاه، رونق مالی، تأمین امنیت، پیشرفت علمی، عزت سیاسی و استقلال اقتصادی، همراه با آراسته شدن به اخلاق والای الهی، تقوی و ایمان به خدا است. اگر در کشور روح، بررسی و تتبع و ابتکار در تمام زمینه‌های علمی، فنی، فرهنگی و اسلامی تقویت شود، زمینه برای استفاده از علم، فناوری و تجارب پیشرفته بشری و تلاش در پیشبرد آنها فراهم می‌شود. این زمینه به گسترش فناوری‌های برتر، افزایش توان رقابت صنعتی کشور، افزایش توان مشارکت علمی– صنعتی کشور، افزایش کارآیی، کیفیت و بهره‌وری در صنایع موجود، توسعه صادرات و دست‌یابی به بازارهای جدید و ایجاد فرصت‌های نوین اشتغال منجر می‌شود.

برای دست‌یابی به این اهداف لازم است با طراحی سیاست‌های مناسب، فناوری‌هایی که در بلندمدت ضرورت دارد از بین حجم عظیم فناوری‌های موجود انتخاب گردد، مشخص شوند و نهادها و ساختارهایی که باید اولویت‌های فناوری را مورد حمایت، هدایت و ارزیابی قرار دهند تعیین شوند و با تعیین سیاست‌های تشویقی جهت حداکثر بهره‌برداری از توسعه فناوری و تعیین شاخص‌هایی برای ارزیابی میزان تحقق سیاست فناوری، در راستای دست‌یابی به آنها تلاش شود.

اولویت‌های علم و فناوری، بخش ابزاری برای تجلی اهداف کلان ملی است. با این تعریف، اولویت‌گذاری، جهت و سرعت رشد و توسعه فناوری را در کشور مشخص می‌کند و به همین دلیل از کلیدی‌ترین عناصر سیاست‌گذاری علم و فناوری به شمار می‌آید. با توجه به کمبود منابع در دسترس، سیاست‌گذاران، اولویت‌های پژوهش و فناوری را ابزاری کارآمد برای تخصیص بهینه منابع موجود و دست‌یابی به اهداف مشخص شده در سند چشم‌انداز و دیگر اسناد کلان ملی قلمداد می‌کنند.

اولویت‌گذاری فناوری در یک جمله تعیین فناوری‌هایی است که پرداختن به آنها، واجب است. هر بخش باید اهدافی را دنبال کند تا در نهایت اهداف اسناد کلان و بالادستی تحقق یابند. اولویت‌های فناوری، موضوع‌هایی هستند که هر بخش باید آنها را در برنامه خود قرار دهد تا سهم خویش را در

رسیدن کشور به اهداف بلندمدت خود ادا کرده باشد. به این ترتیب، تعیین اولویت‌های علم و فناوری به ارتقاء جایگاه کشور در تعاملات علمی و فناورانه در سطح بین‌المللی کمک شایانی خواهد کرد. گام اول در این فرایند نیز انتخاب فناوری است.

امروزه علم و فناوری با سرعت بسیار زیاد و فوق‌العاده‌ای در حال پیشرفت است. علم و فناوری، کشورهای پیشرفته صنعتی را بسیار به هم نزدیک کرده است تا جایی که آنها را به اتحاد در موضع‌گیری‌های سیاسی مشترک سوق داده است. بنابراین داشتن علم و فناوری برای کشورها بسیار حائز اهمیت می‌باشد و اگر کشوری بخواهد در عرصه بین‌المللی حضوری چشمگیر داشته باشد، لازم است که به علوم و فناوری‌های نوین دست بیابد. به همین دلیل است که اهمیت و لزوم پیشرفت در علم و فناوری را رهبر معظم انقلاب بارها تأکید کرده و به صورت مستمر از سال ۱۳۷۹ مورد توجه خاص قرار داده‌اند و در موقعیت‌های مختلف با تأکید بر روی مسئله تولید علم و جنبش نرم‌افزاری ضرورت این امر را یادآور شده‌اند. تأکیدات معظم‌له تا حدی بود که عملاً هدف برنامه افق چشم‌انداز تحقق رشد علم و فناوری در کشور قرار گرفته است. به همین دلیل در سیاست‌های کلی سند چشم‌انداز بیست ساله کشور و در سیاست‌های کلی برنامه چهارم و در خود برنامه چهارم کشور، شش فناوری برتر شامل: نانو فناوری، زیست‌فناوری، فناوری زیست‌محیطی، فناوری هوافضا، فناوری اطلاعات و فناوری هسته‌ای مورد توجه قرار گرفت تا منابع و امکانات کشور بر روی این فناوری‌های برتر متمرکز شود. بعدها در کمیسیون تخصصی شورای عالی انقلاب فرهنگی در زمینه تولید علم و جنبش نرم‌افزاری، فناوری شناختی هم مورد توجه قرار گرفت و در ردیف فناوری‌های برتر قرار گرفت که ادامه این گزارش به بررسی این فناوری‌ها می‌پردازد.

**۴-۶. نانو فناوری**

تحقیق در زمینه فناوری نانو به زمانی باز می‌گردد که «ریچاردپی فاینمن» طی سخنرانی کلاسیک خود در سال ۱۹۵۹ به این فناوری اشاره کرد، اما عبارت فناوری نانو اولین بار به‌وسیله کیاریک درکسلر در سال ۱۹۸۶ در کتابی از وی با عنوان «موتورهای آفرینش» بسط داده شد.

فناوری نانو به کلیه فنونی گفته می‌شود که در آنها با ذراتی در ابعاد کوچکتر از میکرون (یک میلیونیم متر) سر و کار داریم. در واقع فناوری نانو واژه‌ای کلی است و به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو گفته می‌شود (عمرانی خواه و احمدزاده، ۱۳۸۸). نانو فناوری یک دانش به شدت میان رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون فیزیک کاربردی، مهندسی مواد،

ابزارهای نیمه‌رسانا، شیمی ابرمولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی نیز مربوط می‌شود (Kahn, 2006). نانو فناوری، توان‌مندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح ملکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که نانو فناوری یک رشته جدید نیست؛ بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. برای فناوری نانو کاربردهایی را در حوزه‌های مختلف از غذا، دارو، تشخیص پزشکی و بیوتکنولوژی تا الکترونیک، کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط‌زیست، هوافضا و امنیت‌ملی برشمرده‌اند. کاربردهای وسیع این عرصه به همراه پیامدهای اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فناوری را به عنوان یک زمینه فرارشته‌ای و فرابخشی مطرح کرده است.

در حقیقت نانو فناوری، شاخه‌ای از علوم است که هدف نهایی آن کنترل تک‌تک اتم‌ها و مولکول‌ها می‌باشد تا بتوان به کمک آن، تراشه‌های کامپیوتری و ادواتی دیگر تولید کرد که هزاران بار کوچکتر از ادوات فعلی باشند، به‌طوری که فناوری امروز امکان ساخت آنها را برای ما فراهم آورده است. در مقالات و نوشته‌های عمومی، واژه فناوری نانو گاهی به هر فرایند کوچکتر از اندازه‌های میکرون گفته می‌شود. به خاطر همین بسیاری از دانشمندان هنگامی که می‌خواهند درباره فناوری نانو به معنای واقعی و علمی کلمه صحبت کنند، از آن به عنوان فناوری نانومولکولی یاد می‌کنند که به معنای فناوری نانو در ابعاد مولکولی است.

در نهایت نانو فناوری یکی از فناوری‌های کلیدی و آینده‌سازی است که انقلاب علمی و نرم‌افزاری جهان آتی متکی به آن خواهد بود. این علم، رویکرد جدیدی نسبت به تمام رشته‌های علوم مورد نیاز بشر دارد و بی‌تردید، آینده جهان و نیازهای شگرف انسان‌ها در تعامـل با آن معلوم و پایدار می‌ماند.

این علم رقیب سایر فناوری‌های موجود نیست؛ بلکه تکمیل‌کننده آنها نیز می‌باشد و زمینه‌های رشد و گسترش سایر علوم را فراهم می‌سازد.

کاربرد فناوری نانو از کاربرد عناصر پایه نشأت می‌گیرد. هر کدام از این عناصر پایه، ویژگی‌های خاصی دارند که استفاده از آنها در زمینه‌های مختلف، موجب ایجاد خواص جالبی می‌شود. مثلاً از جمله کاربردهای نانوذرات می‌توان به دارورسانی هدف‌مند و ساده، بانداژهای بی‌نیاز از تجدید، شناسایی زودهنگام و بی‌ضرر سلول‌های سرطانی، و تجزیه آلاینده‌های محیط‌زیست اشاره کرد. همچنین نانولوله‌های کربنی در تصویربرداری زیستی دقیق، حسگرهای شیمیایی و زیستی قابل اطمینان و دارای عمر طولانی، شناسایی و جداسازی

کاملاً اختصاصی DNA، ژن درمانی که از طریق انتقال ژن به درون سلول به‌وسیله نانولوله‌ها صورت می‌پذیرد و از بین بردن باکتری‌ها کاربرد دارد. اینها تنها مواردی از کاربردهای بسیار زیادی هستند که برای عناصر پایه قابل تصور می‌باشند.

کشورهایی که طالب رشد و توسعه پایدار بوده و تمایل به «قدرت» دارند و می‌خواهند خود را از وابستگی به سایر قدرت‌های علمی، تحقیقاتی و فناوری آتی برهانند، ضرورتاً باید در تعامل و کسب این علم حیرت‌آور از خود نرمش و بدان گرایش نشان دهند و در این راه متعهد و متکفل سرمایه‌گذاری‌های شایسته شوند. بخصوص این‌که رفتار جهانی و کارکرد بین‌المللی و چرخش‌ها و مواضع دولت‌ها و قدرت‌ها در سیاست بین‌المللی و نیز حتی جنگ‌افروزی تغییر یافته و معادلات امنیتی و نظامی از نرم‌افزارهای ناشناخته‌ای بهره‌مند شده و می‌شود که توجه به این فناوری را اجتناب‌ناپذیر کرده است.

هرچند، آزمایش‌ها و تحقیقات پیرامون فناوری نانو از ابتدای دهه هشتاد قرن بیستم به‌طور جدی پیگیری شد، اما اثرات تحول‌آفرین، معجزه‌آسا و باورنکردنی فناوری نانو در روند تحقیق و توسعه باعث شد که نظر تمام کشورهای بزرگ به این موضوع جلب شود و فناوری نانو به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد. بنابراین، محققین، اساتید و صنعتگران ایرانی نیز باید در یک بسیج همگانی، جایگاه، موقعیت و وضعیت خویش را درخصوص این موضوع مشخص کنند و با یک برنامه‌ریزی علمی دقیق و کارشناسانه برای حضوری فعال و حتی رقابتی سالم در این عرصه آماده شوند. برای چنین کاری طراحی یک برنامه منسجم فراگیر و همه‌جانبه، اجتناب‌ناپذیر است.

**۱-۴-۶. ضرورت و اهمیت نانو فناوری**

ماهیت فرارشته‌ای علوم فناوری نانو به عنوان توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با دقت اتم و ملکول، موجب تعریف کاربردهای بسیار زیادی در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی شده است. برای فناوری نانو کاربردهای بسیاری را در حوزه‌های دارو، غذا، بهداشت، درمان بیماری‌ها، محیط‌زیست، انرژی، الکترونیک، کامپیوتر و اطلاعات، مواد ساخت و تولید، هوا فضا، بیوتکنولوژی، کشاورزی، امنیت ملی و دفاع برشمرده‌اند. به همین دلیل، فناوری نانو بر تمام فناوری‌ها تأثیر گذاشته و دیر یا زود محصولات آن مشهود خواهد بود.

بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال پیشرفت، برنامه‌هایی را برای پشتیبانی از فعالیت‌های تحقیقاتی و صنعتی نانو فناوری تدوین و اجرا می‌کنند. توجه

به فضای بسیار بزرگ و در حال ایجاد فناوری نانو و حجم وسیع فعالیت‌های مربوط به آن در دنیا، این باور را به انسان القا می‌کند که دیر یا زود باید آینده را دید و برای ورود به آن اقدام کرد.
بسیاری از صاحب‌نظران و محققان، فناوری نانو را مساوی آینده دانسته‌اند. به عنوان نمونه، کمیته مشاوران رئیس‌جمهور آمریکا در علوم و فناوری در تأیید برنامه ملی فناوری نانو برای سال ۲۰۰۱ از فناوری نانو به عنوان محور آینده جهان یاد می‌کند. به دلیل تأثیرات این فناوری بر اکثر فناوری‌های موجود، عقیده صاحب‌نظران این است که متخصصان رشته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث مقیاس نانو در دهه‌های آینده، فرصتی برای رشد نخواهند داشت و شکوفایی بسیاری از فناوری‌های مهم از جمله فناوری اطلاعات و بیوتکنولوژی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم بدون بهره‌گیری از فناوری نانو دچار اختلال خواهند شد. از این جهت، این مسئله برای دانشگاهیان، محققان و مسئولان هر کشور امری حیاتی است.
از نظر دفاعی، فناوری نانو برای کشورها، هم فرصت است هم تهدید. به لحاظ کاربردهای بسیار زیادی که این فناوری می‌تواند در امور نظامی داشته باشد، گرایش زیادی در بخش دفاعی کشورها به تحقیق و توسعه در زمینه فناوری نانو صورت گرفته است. این کاربردها از لباس‌های مانع خطر تا پرنده‌های بسیار کوچک، تجهیزات اطلاعاتی و بسیاری موارد دیگر را شامل می‌شود که هم اکنون با حمایت وزارتخانه‌های دفاع کشورهایی چون امریکا، ژاپن و برخی کشورهای اروپایی به صورت پروژه‌های تحقیقاتی در حال انجام هستند. از این جهت، این فناوری برای کشورها یک تهدید محسوب می‌شود؛ اما برای کشورهایی که بتوانند با استفاده از روند موجود، جایگاهی را در آینده امنیت جهانی برای خود در نظر بگیرند، یک فرصت خواهد بود. با توجه به اینکه این کاربردها بسیار متنوع هستند، هر کشوری می‌تواند زمینه‌ای را برای پیش‌گامی در جهان سهم خود کند و در آینده رقابت‌های بین‌المللی نقشی داشته باشد.

**۲-۴-۶. اقدامات و اسناد تنظیم‌شده در جهت ارتقا فناوری نانو**

در زمینه نانو فناوری، ستادی در ریاست جمهوری از سال ۱۳۸۲ تشکیل شده است. ریاست ستاد نانو بر عهده معاون اول رئیس جمهور است و متشکل از وزرای شش وزارتخانه، معاون نظارت و برنامه‌ریزی راهبردی رئیس جمهور و ۵ نفر از متخصصان و مدیران برجسته این عرصه است. دبیر ستاد، رئیس دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری است.
اگر چه ستاد توسعه فناوری نانو در سال ۱۳۸۲ به صورت رسمی تشکیل

شده است، اما از اوایل سال ۱۳۸۰، فعالیت‌ها و اقدامات متنوعی در راستای توسعه نانو فناوری در ایران انجام شده که می‌توان مهمترین رخدادها را به شکل زیر بیان کرد:

اسفند ۱۳۷۹: ایجاد کمیته فناوری نانو در دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری،

فروردین ۱۳۸۰: شروع برنامه‌های ترویجی،

شهریور ۱۳۸۰: انتشار خبرنامه فناوری نانو و راه‌اندازی سایت،

شهریور ۱۳۸۲: تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به دستور رئیس جمهور،

بهمن ۱۳۸۲: تصویب ایجاد شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در کشور در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو،

بهمن ۱۳۸۲: شروع برنامه‌های توسعه منابع انسانی،

دی ۱۳۸۳: شروع برنامه‌های تشویقی از محققان و پژوهشگران،

مرداد ۱۳۸۴: تصویب سند توسعه فناوری نانو (راهبردهای آینده) در هیئت وزیران،

اردیبهشت ۱۳۸۵: تصویب سیاست‌ها و راهبردهای ارتقاء و توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران در شورای عالی انقلاب فرهنگی،

شهریور ۱۳۸۵: تشکیل شبکه شرکت‌های فناوری نانو،

اسفند ۱۳۸۵: برگزاری اولین جشنواره برترین‌های فناوری نانو،

۱۳۸۶: تصویب سند تکمیلی دوم با افق زمانی سه سال،

۱۳۸۷: اولین سال اجرای سند در دوره دوم.

با تشکیل ستاد، برنامه ده ساله توسعه فناوری نانو، با عنوان «راهبرد آینده» تدوین و در سال ۱۳۸۴ به تصویب دولت رسید. در مرحله بعد، سیاست‌ها و راهبردهای ارتقاء و توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۸۵ در شورای عالی انقلاب فرهنگی به تصویب رسید و در نهایت سند راهبرد آینده در سال ۱۳۸۶ تکمیل شد.

**الف) سند راهبرد آینده**

دیدگاه ستاد برای توسعه فناوری نانو، تدوین چارچوب فعالیت بلندمدت کشور در فناوری نانو بوده که پیش‌نویس آن در ستاد تهیه و پس از تصویب در ستاد براساس بند «ب» ماده (۴۳) قانون برنامه چهارم توسعه، به هیئت دولت ارائه گردید و در مردادماه ۱۳۸۴ تحت عنوان «سند راهبرد آینده» به تصویب هیئت دولت رسید. برنامه راهبردی علم و فناوری نانو چارچوب فعالیت‌های کشور در حوزه علم و فناوری نانو در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ را تبیین می‌کند. در این سند، چشم‌انداز توسعه علم و فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران، جنبش نرم‌افزاری و بهبود سطح کیفیت و امنیت زندگی مردم

است. در افق ده ساله، جمهوری اسلامی ایران کشوری است توسعه یافته در فناوری نانو با زیرساخت‌های بومی و پیشرفته و دارای سهم برتر منابع انسانی متخصص، دارای تعاملات داخلی و بین‌المللی مؤثر و سازنده، مولد ارزش افزوده اقتصادی حاصل از فناوری نانو و دارای توان رقابت در سطح جهان.
در این سند، دستیابی به جایگاه مناسب در بین ۱۵ کشور برتر فناوری نانو و تلاش برای ارتقاء مداوم این جایگاه به‌منظور توسعه اقتصادی جمهوری اسلامی ایران هدفگیری شده است.
اهداف کلان، راهبردها و ساختار مدیریت کلان توسعه فناوری نانو در افق بلندمدت برنامه در این سند تبیین شده است و ۵۳ برنامه اجرایی در افق کوتاه‌مدت برنامه (سند تکمیلی اول) تشریح شده است که در هر برنامه دستگاه‌های اجرایی مشارکت‌کننده، بودجه و شاخص‌های ارزیابی اثرات برنامه‌ها آمده است.
افق زمانی سند راهبرد آینده، ۱۰ سال و منطبق بر ۱۰ سال اول دوران چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور و همزمان با برنامه‌های توسعه چهارم و پنجم است. (۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳). افق زمانی ۱۰ ساله سند راهبرد آینده به چهار دوره به شرح جدول ۴ تقسیم شده است.

**جدول ۴. دوره‌های افق زمانی سند راهبرد آینده**

| دوره | طول دوره | سال شروع | سال پایان |
|---|---|---|---|
| **دوره اول** | **۳ سال** | **۱۳۸۴** | **۱۳۸۶** |
| **دوره دوم** | **۳ سال** | **۱۳۸۷** | **۱۳۸۹** |
| **دوره سوم** | **۲ سال** | **۱۳۹۰** | **۱۳۹۱** |
| **دوره چهارم** | **۲ سال** | **۱۳۹۲** | **۱۳۹۳** |

**ب) سیاست‌ها و راهبردهای ارتقاء فناوری نانو**

نظر به تأکید چشم‌انداز بیست ساله کشور بر فناوری‌های نوین و اعلام فناوری نانو به عنوان یکی از اولویت‌های فناوری کشور در برنامه چهارم توسعه و همچنین تأکید و توجه خاص مقام معظم رهبری به کسب جایگاه مناسب جهانی در زمینه این فناوری (دیدار مورخ ۲۵ بهمن ۱۳۸۴ دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با معظم‌له) شورای عالی انقلاب فرهنگی ضمن تأکید بر اجرای دقیق «سند راهبرد آینده» به عنوان برنامه ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو، سیاست‌ها و راهبردهای ارتقاء و توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران را در سال ۱۳۸۵ تصویب کرد. طبق این سند باید منابع لازم برای

سرمایه‌گذاری و کسب یک تا دو درصد سهم بازار جهانی فناوری‌های نانو تأمین گردد و کلیه دستگاه‌های مرتبط که در سند راهبرد آینده نقش آنها تعیین شده است، موظفند اولویت‌های فناوری نانو مصوب ستاد را که به تأیید شورای عالی فناوری‌های پیشرفته رسیده است، در کلیه بخش‌ها و سازمان‌های وابسته به خود، در برنامه‌ریزی خود منظور کرده و منابع مالی لازم را که در سند مذکور مشخص شده تأمین کنند. همچنین دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی کشور موظفند اولویت‌های فناوری نانو، مصوب شورای عالی فناوری‌های پیشرفته را در برنامه‌های آموزشی و پژوهشی خود مورد توجه قرار دهند. همچنین باید روش‌های تشویقی برای فعال‌سازی افراد و مراکز علمی، پژوهشی، صنعتی و شرکت‌های دولتی و خصوصی، در اولویت فعالیت‌های ستاد ویژه توسعه فناوری نانو قرار گیرد.

به دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو اجازه داده شد از طریق تشکیل صندوق حمایت از سرمایه‌گذاری فناوری نانو، امکان سرمایه‌گذاری‌های مشترک با دستگاه‌های اجرایی ذیربط در حوزه‌های اولویت‌دار را فراهم کند و به حمایت از بنگاه‌های خصوصی فعال در زمینهٔ فناوری نانو برای توسعه این فناوری و برای توسعه فناوری کسب بازارهای بین‌المللی از طریق سرمایه‌گذاری خطرپذیر بپردازد. در این سند، دستگاه‌های اجرایی ذیربط موظف شدند با آینده‌نگری و کسب آمادگی، استانداردها و تأییدیه‌های لازم را جهت ورود محصولات فناوری نانو ساخت داخل به بازار با سرعت مطلوب تدوین و جهت تصویب، به ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ارائه کنند. البته بر تعامل پویا با کشورهای جهان و نهادهای بین‌المللی نیز تأکید شد.

**ج) تدوین سند تکمیلی دوم راهبرد آینده (۱۳۸۹-۱۳۸۷)**

در اواسط سال ۱۳۸۶، ستاد با تجربه اجرای سند راهبرد آینده در چند سال گذشته و ارزیابی فعالیت‌های اجرایی آن تصمیم به بازنگری و بهبود سیاست‌ها و برنامه‌ها و تدوین سند تکمیلی دوم راهبردی برای آینده کرد. در این راستا اقدامات متعددی برای ارزیابی فعالیت‌های گذشته و بهره‌گیری از نظرات نخبگان دنبال شد. در نهایت بعد از جلسات متعدد کارشناسی و کسب نظرات خبرگان در حوزه‌های مختلف مرتبط، پیش‌نویس سند تکمیلی دوم با افق سه سال (۱۳۸۹-۱۳۸۷) برای دوره دوم افق ۱۰ ساله سند راهبرد آینده تدوین گشت. در این پیش‌نویس سعی شده ضمن حفظ قوت‌های سند تکمیلی اول، نوآوری‌هایی را در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فناوری در کشور موجود باشد تا بتواند موجب اجرای مناسبتر سند در عمل گردد.

در سند تکمیلی دوم، تحقق گام به گام چشم‌انداز توسعه فناوری نانو تبیین

شده است و برنامه‌ها در سرفصل‌های موضوعی که تمام حلقه‌های تولید ثروت از ایده تا بازار را پوشش می‌دهند، طبقه‌بندی شده‌اند و اهداف و بودجه برای سرفصل‌های مختلف مشخص شده است. مکانیسم‌های اجرایی و شرایط اعطای کمک تشویقی برای هر برنامه در این سند تبیین شده است. از ویژگی‌های این سند، اضافه شدن سرفصل سیاست‌گذاری و ارزیابی است. در سند تکمیلی دوم به بخش خصوصی نگاه ویژه‌ای شده، سهم بخش خصوصی در این سند لحاظ شده و بودجه ستاد به عنوان تشویقی برای ورود به بخش‌های دیگر و توسعه فناوری نانو دیده شده است.

**۳-۴-۶. وضعیت موجود کشور در زمینه فناوری نانو و بیان دستاوردها و اقدامات انجام شده**

**الف) ارتقاء رتبه علمی کشور در جهان**

در ارزیابی‌های علم‌سنجی، اصلی‌ترین معیار برای تعیین جایگاه علمی و رده‌بندی کشورها، میزان مشارکت آنها در تولید علم و نوآوری و به‌طور کلی روند توسعه جهانی علم است. تولید علم معتبرترین شاخص سنجش رتبه و جایگاه علمی کشورها محسوب می‌شود و تعداد مقالات علمی معتبر منتشر شده در نشریات بین‌المللی، معیار تولید علم به حساب می‌آید. در همین راستا، کارگروه سیاست‌گذاری و ارزیابی ستاد توسعه فناوری نانو به‌منظور تعیین موقعیت علمی ایران و ارزیابی سیاست‌ها و برنامه‌های ستاد، هر ساله اقدام به جمع‌آوری آمار مقالات بین‌المللی کشورهای دنیا در زمینه فناوری نانو و رده‌بندی آنها براساس شاخص‌های معتبر و استاندارد می‌کند.

مطابق بررسی‌های انجام شده در مقالات بین‌المللی دنیا در فناوری نانو، جمهوری اسلامی ایران در سال ۲۰۰۷ میلادی با انتشار ۴۶۵ مقاله مرتبط با فناوری نانو در نشریات بین‌المللی که معادل ۰/۷۹ درصد از کل تولیدات علمی در این زمینه است، به رتبه بیست و پنجم دنیا و اول کشورهای اسلام و منطقه دست یافته است. مقایسه این آمار با آمار سال ۲۰۰۶ میلادی رشدی در حدود ۶۵/۵ درصد را نشان می‌دهد که در بین کشورهای در حال توسعه بی‌مانند است. کشورهای امریکا، چین، ژاپن و آلمان به ترتیب با ۲۱درصد، ۱۹/۵درصد، ۹درصد و ۸درصد در رتبه‌های اول تا چهارم قرار دارند. در سال ۲۰۰۸ ایران با ارائه ۸۰۶ مقاله ISI (حدود ۱/۳ در صد از کل مقالات نانوی منتشر شده در سال ۲۰۰۸) به رتبه ۱۹ جهان رسیده است که رشدی حدود ۷۳درصد نسبت به سال قبل را نشان می‌دهد. ایران در این سال، رتبه اول منطقه را دارد.

شاخص اولویت ملی به فناوری نانو در ایران از مقدار ۰/۶۸ درصد در سال ۲۰۰۶ به ۰/۹۵ در سال ۲۰۰۷ افزایش داشته و رتبه ایران در این شاخص از

چهل و چهارم به سی و یکم دنیا رسیده است. این شاخص در سال ۲۰۰۸ به مقدار ۱/۱۴ رسیده است که رتبه ایران را ۱۰ پله بهبود بخشیده است. مطابق تعریف، شاخص اولویت ملی به فناوری نانو، نسبت سهم مقالات یک کشور در فناوری نانو از سهم کل مقالات علمی آن کشور است و به عنوان معیاری از توجه و تمایل هدفمند محققان آن کشور به یک فناوری به حساب می‌آید.

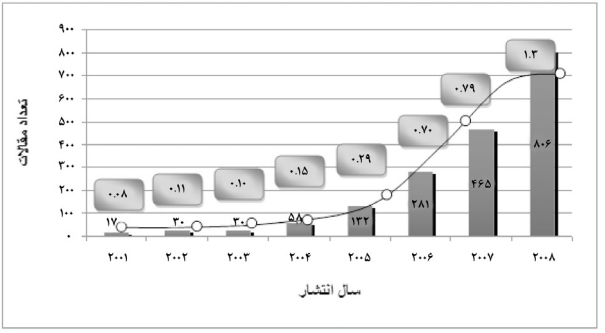
تعداد مقالات مرتبط با فناوری نانو نسبت به تولید ناخالص داخلی در ایران در سه سال اخیر نیز مورد توجه قرار گرفته است. ایران در این شاخص با مقدار ۶۵درصد مقاله به ازای هر میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی در رده چهل و ششم دنیا در سال ۲۰۰۷ قرار دارد. این شاخص در سال ۲۰۰۸ به ۰/۹۹ رسیده است که رتبه چهل و یکم را برای ایران به ارمغان آورده است.

مقدار سرانه مقالات فناوری نانو در ایران نیز در سال‌های اخیر افزایش داشته است. این شاخص در سال ۲۰۰۷ برابر ۰/۶۱ مقاله به ازای هر صد نفر جمعیت کشور می‌باشد که از این نظر با ۵ رتبه صعود نسبت به سال ۲۰۰۶ در رده چهل و ششم دنیا قرار دارد. در سال ۲۰۰۸ این شاخص به مقدار ۱/۱۴ رسیده است که رتبه ایران در این شاخص به چهل و پنج جهانی رسیده است.

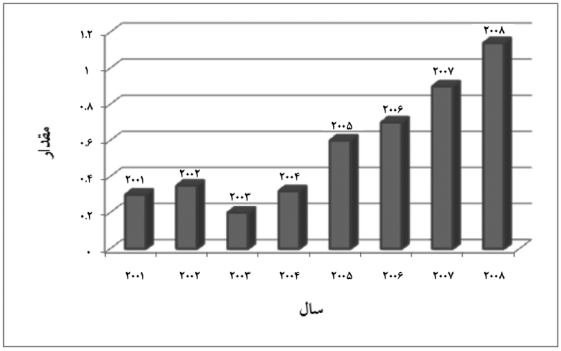
نتایج ارائه شده نشان می‌دهد که جمهوری اسلامی ایران در سال‌های اخیر به پیشرفت قابل ملاحظه و رو به رشدی در تولید علم در فناوری نانو دست یافته و توانسته رتبه خود را در شاخص‌های معرفی شده، بهبود بخشد.

رتبه علمی ایران به‌طور کلی در تولید علم نانو در لیست‌های ارائه شده بین‌المللی حکایت از صعود چشمگیری دارد. به‌طوری که در سال ۲۰۰۱ رتبه ۴۹، در سال ۲۰۰۲ رتبه ۴۷، در سال ۲۰۰۳ رتبه ۴۴، در سال ۲۰۰۴ رتبه ۴۳، در سال ۲۰۰۵ رتبه ۳۶، در سال ۲۰۰۶ رتبه ۳۲، در سال ۲۰۰۷ رتبه ۲۵ و در سال ۲۰۰۸ رتبه ۱۹ دنیا را به دست آورده است (نمودارهای زیر).

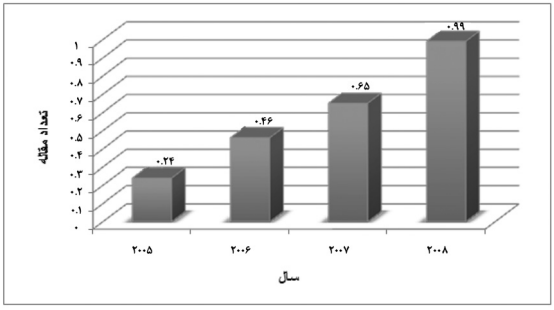
**نمودار ۴۸. تعداد و سهم مقالات بین‌المللی ایران در فناوری نانو در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ میلادی**



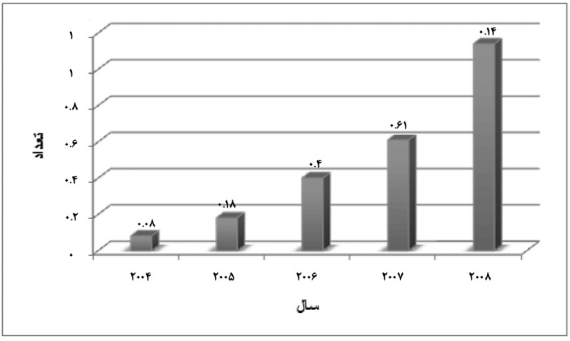
نمودار ۴۹. مقدار شاخص اولویت ملی فناوری نانو در ایران در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ میلادی




نمودار ۵۰ .نسبت تعداد مقالات فناوری نانوی ایران به ازای هر میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸




نمودار ۵۱. نسبت تعداد مقالات فناوری نانوی ایران به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸



## ب) توسعه زیرساخت‌های نانو فناوری

### شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

یکی از نیازهای مربوط به توسعه فناوری نانو، وجود آزمایشگاه‌های پیشرفته با تجهیزات دقیق، کاردان‌های ماهر و خدمت‌رسانی سهل و تمام وقت به محققین است. محققینی که در زمینه فناوری نانو فعالیت می‌کنند، باید بتوانند از امکانات آزمایشگاهی مناسب (اعم از تجهیزات، کاردان‌ها و کاربران، امکانات تعمیر و نگهداری و غیره) استفاده کنند، که در بسیاری از موارد فراتر از توان محققین و سرمایه‌گذاران منفرد است. بنابراین شبکه‌سازی آزمایشگاهی در زمینه شاخه‌های مختلف فناوری به‌ویژه فناوری نانو، در کشورهای در حال توسعه از جمله کشور ما از اهمیت فراوانی برخوردار است.

شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو (Iran nanotechnology laboratory network) نیز بر همین اساس بنیان نهاده شده است. اصول کلی و سیاست‌های اساسی در ایجاد این شبکه به شرح ذیل می‌باشد:

- توجه جامع به تمام مؤلفه‌های زیرساخت آزمایشگاهی از جمله تجهیزات، نیروی انسانی توانمند، دانش فنی و سازماندهی، نرم‌افزار و مواد.
- امکان دسترسی آسان کلیه متخصصین علاقمند نانو به خدمات آزمایشگاهی.
- توسعه همگام زیر ساخت آزمایشگاهی فناوری نانو به موازات توسعه فناوری نانو در کشور.
- پوشش خدمات آزمایشگاهی در تمام مراحل پژوهش تا تولید.
- توجه ویژه به ساخت تجهیزات و توسعه درون‌زای زیرساخت آزمایشگاهی.
- پرهیز از سرمایه‌گذاری‌های موازی و غیر بهره‌ور.
- اولویت دادن به استفاده بهینه، تکمیل و ارتقاء ظرفیت‌های موجود مورد نیاز نسبت به خرید تجهیزات.
- ایجاد همکاری‌های بین‌المللی در زمینه زیرساخت آزمایشگاهی.

تا پایان سال ۱۳۸۶، تعداد ۴۰ مجموعه آزمایشگاه به عنوان عضو قطعی شبکه پذیرفته شده‌اند که در ۱۱ استان کشور مستقر هستند.

### ساخت تجهیزات آزمایشگاهی

در سال ۱۳۸۵ تجربه ساخت دستگاه میکروسکوپ تونلی رویشی (STM) در کشور خودباوری لازم را برای ورود به عرصه ساخت تجهیزات آزمایشگاهی فناوری نانو در کشور ایجاد کرد.

در سال ۱۳۸۶ شبکه با تقویت رویکرد بومی‌سازی تجهیزات، اهتمام کاملی در این موضوع به عمل آورد. پروژه ساخت دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا (HPCL) از سوی چند مدعی پیشنهاد شد. با توجه به نتایج ارزیابی در نهایت

پروژه به شرکتی با سابقه بیش از ده سال در تولید دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی داده شد. این شرکت قبل از این در تولید و فروش دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی تجربه موفقی داشته و پیشینه عملی آن مؤید این موضوع است. نتیجه ابتدایی پروژه که تولید دستگاه غیرتجاری با توانمندی کامل است، محقق شده و اکنون در مسیر تجاری‌سازی گام برمی‌دارد.

پروژه دیگر ساخت میکروسکوپ عبوری میدان نزدیک نوری (TNOM) است که یکی از پیشروترین پروژه‌های تجهیزاتی است. تحقیقات در مورد این میکروسکوپ در سطح جهانی جریان دارد. تاکنون هیچ نمونه تجاری از این میکروسکوپ عرضه نشده و مجری این پروژه شرکتی با مدیریت یکی از نخبگان علمی کشور است. پس از بررسی توانمندی شرکت و با توجه به سوابق کاری در زمینه نور و ابزار دقیق، پروژه به این شرکت واگذار شد. نمونه نیمه‌تجاری دستگاه مذکور با موفقیت ساخته شده و اکنون در مسیر ثبت اختراع و تجاری‌سازی گام بر می‌دارد. همچنین در سال ۱۳۸۶ چندین پروژه امکان سنجی برای ساخت تجهیزات مختلف آزمایشگاهی از جمله Tof- Mass و TEM تعریف شد که در حال انجام است. در سال ۱۳۸۷ از تولید تجاری ۲ دستگاه VSM و نانوالکتروریسندگی حمایت به عمل آمد.

**تعمیر و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی**

بخش تجهیزات آزمایشگاهی در سال‌های اخیر سختی‌های بسیاری را در مورد تعمیرات دستگاه‌های آزمایشگاهی با فناوری بالا تحمل کرده است؛ که ناشی از عدم پاسخگویی شرکت‌های فروشنده و عدم توان فنی شرکت‌های مذکور و همچنین بحث تحریم‌های جهانی از نظر قطعات یدکی است. شبکه، تجارب موفقی را در سال ۱۳۸۵ در زمینه تعمیرات میکروسکوپ‌های الکترونی از انواع عبوری و رویشی و ارتقاء سیستم‌های کاربری در انواع تجهیزات آزمایشگاهی داشت. در سال ۱۳۸۶ این تجربه تکرار و تقویت شد.

در سال ۱۳۸۶ نیاز شبکه به تعمیرات دستگاه‌ها و تجهیزات با فناوری بالا و کاملاً مرتفع شد و تاکنون هیچ درخواست تعمیری از سوی آزمایشگاه‌ها به رغم تحریم‌های اعمال شده جهانی، بدون پاسخ مثبت رها نشده است. این تعمیرات که در سال ۱۳۸۵ منحصر به حوزه میکروسکوپ الکترونی بود، در سال ۱۳۸۶ سایر حوزه‌ها را نیز در بر گرفت. میزان حمایت مالی شبکه در این زمینه در سال ۱۳۸۷ برابر ۲ میلیارد ریال بوده است.

**حمایت از خرید تجهیزات**

افزایش امکانات تجهیزاتی شبکه و به روز کردن توانمندی‌های آزمایشگاهی،

از نیازهای اعضای شبکه آزمایشگاهی نانو است. موفقیت‌های شبکه تا سال ۱۳۸۶ حاصل بهبود روش‌های مدیریت و شبکه‌سازی ارائه خدمات آزمایشگاهی است. در واقع این رویکرد نرم‌افزاری برای حل مشکلی که تا آن زمان تنها به صورت سخت‌افزاری به آن پرداخته شده بود، باعث اخذ نتایج موفقیت‌آمیز بسیاری شد و همچنین صرفه‌جویی‌های مالی بسیاری را در پی‌داشت. در گام بعدی، استفاده توأم از دو رویکرد سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، طبق تحلیل‌های صورت گرفته مورد نیاز بود. حمایت پنجاه درصدی خرید تجهیزات، شامل آزمایشگاه‌هایی بود که طبق رتبه‌بندی‌های صورت گرفته امتیازات لازم را کسب کردند. این حمایت‌ها جمعاً به مبلغ ۷,۳۶۵ میلیون ریال بوده و به ۹ مرکز تحقیقاتی از چهار وزارت‌خانه برای خرید دستگاه‌های مورد نیاز اختصاص یافت. در سال ۱۳۸۷ سقف حمایت به ۳ میلیارد ریال افزایش و در مجموع حدود ۱۱ میلیارد ریال به مراکز عضو اختصاص یافت.

**حمایت از اخذ استاندارد ISO/IEC17025**

با توجه به گسترش فعالیت‌ها و ارتقاء سطح خدمات و تجهیزات آزمایشگاه‌ها، شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو، به‌منظور کسب اعتبار بین‌المللی برای آزمایشگاه‌های عضو، حمایت مالی و مشاوره‌ای لازم را برای اخذ استاندارد ISO/IEC17025 از این آزمایشگاه‌ها به عمل می‌آورد که در سال ۱۳۸۶، نتایج خوبی در این زمینه به‌دست آمد. با همکاری‌ها و حمایت‌های انجام شده، در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۶، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران موفق به کسب گواهینامه این استاندارد شد. همچنین در مردادماه ۱۳۸۶، مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران با نتیجه بسیار خوب، ممیزی ایزو را پشت سر گذاشت. مرکز پژوهش متالوژی رازی نیز در آذرماه ۱۳۸۶ موفق به کسب اعتبارنامه مذکور شد.

در همین راستا قرارداد مشاوره برای اخذ استاندارد SO/IEC17025 در پژوهشگاه صنعت نفت، آزمایشگاه‌های حمایت از توسعه فناوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، و مجموعه آزمایشگاه‌های شیمی و پلیمر پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی تهیه شده است. در سال ۱۳۸۷ این حمایت به سه مرکز عضو و در سطح حدود ۳۵۰ میلیون ریال انجام شد.

**حمایت از راه‌اندازی سیستم کارانه‌ای**

با توجه به اینکه کیفیت ارائه خدمات و همچنین بازدهی مجموعه‌های آزمایشگاهی به میزان زیادی به عملکرد کاردان دستگاه مربوط می‌شود، به‌منظور افزایش بازده‌کاری و افزایش توجه کاردان‌ها به بالا بردن کیفیت

و کمیت کارهای ارجاع شده به آنها، برخی از مراکز عضو شبکه، طرح پرداخت کارانه‌های به پرسنل آزمایشگاه‌ها را براساس ارزیابی عملکرد آنها اجرا کردند. به دلیل موفقیت چشمگیر این طرح در مراکز بزرگی همچون مرکز پژوهش متالوژی رازی و آزمایشگاه مرکزی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، شبکه با حمایت از برقراری این سامانه در مراکز عضو و استفاده از مجریان این طرح در مراکز یاد شده به عنوان مشاور، سایر مراکز را در برقراری این طرح یاری می‌نماید. تا پایان سال ۱۳۸۶، راه‌اندازی آزمایشی این سامانه در مراکزی همچون پژوهشگاه صنعت نفت، مجموعه آزمایشگاه‌های حمایت از توسعه فناوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران و گروه آزمایشگاه‌های شیمی و پلیمر پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، انجام شده است.

**استانداردسازی فناوری نانو**

فراهم آوردن امکان اندازه‌گیری ابعاد و خواص یک ماده در مکان‌ها و زمان‌های مختلف، امری حیاتی برای تسهیل تجارت در سطح ملی و بین‌المللی است. مصرف‌کنندگان جهانی و تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان مواد و محصولات باید اطمینان داشته باشند، خواصی که یک ماده و یا محصول در یک مکان از خود نشان داده و اندازه‌گیری می‌شود، در هر مکان دیگری نیز همان خواهد بود و تغییری نخواهد کرد. این کار درواقع به معنای دستیابی به استانداردها است.

در مورد مواد و محصولات جدیدی که وارد بازار می‌شوند وجود استانداردها از اهمیت بالایی برخوردار است. مشکل نبود استاندارد، زمانی بیشتر خود را نشان خواهد داد که در مورد یک ماده جدید، توسعه فناوری به حدی از رشد خود برسد که تعداد زیادی تولیدکننده آن ماده را به بازار ارائه کنند و مصرف‌کنندگان زیادی نیز از آن استفاده کنند. فناوری نانو، مواد و محصولات جدیدی را با خواص و ویژگی‌های جدید به بازار عرضه کرده است و این مواد و محصولات جدید نیازمند استانداردهای جدیدی خواهند بود.

در زمینه استانداردسازی فناوری نانو، ایران به عضویت در کمیته بین‌المللی استانداردسازی فناوری نانو (ISO/TC229) درآمده است. علاوه‌بر آن، با توجه به اهمیت موضوع استانداردسازی فناوری نانو برای صنعتی و تجاری شدن این فناوری و همچنین اینکه یکی از برنامه‌های سند ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو مربوط به استانداردسازی است، ستاد ویژه توسعه فناوری و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با مشارکت هم، کمیته فنی متناظر استانداردسازی فناوری نانو ایران را با عنوان ISIRI/TC229 در تیر ماه ۱۳۸۵ تشکیل دادند

که مسئولیت این کمیته رسماً به ستاد واگذار شده است. این کمیته از زمان تشکیل، عضو فعال کمیته بین‌المللی استانداردسازی فناوری نانو بوده است. از فعالیت‌های عمده کمیته استانداردسازی فناوری نانو کشور می‌توان به حضور فعال در نشست‌های دوره‌ای کمیته بین‌المللی استانداردسازی فناوری نانو؛ تشکیل جلسات برای بررسی پیشنهادهای جدید استانداردسازی ارسالی از طرف کمیته بین‌المللی؛ تشکیل یک تیم توانمند دانشگاهی برای فعالیت در حوزه استانداردهای ایمنی و محیط زیست‌فناوری نانو؛ تعامل با مراکز پژوهشی و تولیدی کشور و وزارت بهداشت جهت فعال‌سازی آنها در استانداردسازی فناوری نانو؛ شروع به کار تهیه و تدوین سه استاندارد ملی با عناوین تعیین اثرات سمیت خوراکی، تنفسی و پوستی در مصرف کوتاه‌مدت نانو ذرات نقره؛ شروع به کار تهیه و تدوین استاندارد ملی دستورالعمل‌های ایمنی کار در آزمایشگاه‌ها و کارخانجات تولیدی و مصرفی نانو مواد؛ شروع به کار تهیه و تدوین استاندارد ملی تعاریف و عبارات اصلی در فناوری نانو؛ تهیه و تدوین چهار گزارش جامع تخصصی در مورد اثرات زیست‌محیطی، سمیت و ایمنی نانوذرات؛ انتخاب کمیته فنی استانداردسازی فناوری نانو به عنوان یکی از کمیته‌های فنی برتر مؤسسه استاندارد، و درنهایت برگزاری سمینار استانداردسازی در فناوری نانو برای شرکت‌ها و مراکز فعال در فناوری نانو در سال ۱۳۸۷ اشاره نمود.

**مالکیت فکری در فناوری نانو**

تنها توانمندی علمی، برای رشد و توسعه فناوری کافی نیست و توسعه زیرساخت‌های مالکیت فکری در این زمینه بسیار ضروری است. در قسمت‌های قبلی به اقدامات انجام شده در تولید علم نانو در کشور اشاره شده است و نتایج درخشان به‌دست آمده تشریح شده‌اند. اما از طرف مقابل، شمار کمتر اختراعات کشور در فناوری نانو (ثبت شده در مراجع بین‌المللی) با وجود میزان تولید علم بالا (افزایش چشمگیر تعداد مقالات بین‌المللی) نشان‌دهنده آن است که تولید فناوری کاربردی نیز نیازمند توجه جدی است. البته علت عمده این اختلاف را می‌توان به فاصله چندساله بین تحقیقات بنیادی و تولید فناوری مربوط دانست، چرا که روند رو به رشد تولید علم مربوط به سال‌های اخیر است و برای ورود به عرصه تولید فناوری نیاز به زمان بیشتری می‌باشد. اما عوامل دیگری نیز مانند مشکلات مربوط به نظام ثبت اختراع در ایران و کمبود ساختارهای مناسب مالکیت فکری، در این امر دخیل می‌باشند (امیری، ۱۳۸۷). در ادامه، اقدامات انجام شده در این زمینه مرور خواهند شد.

**حمایت از ایجاد شبکه دفاتر خدمات تخصصی مالکیت فکری در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی**

بدون شک دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی نقش مهمی در تولید اختراعات حوزه‌های مختلف فناوری نانو ایفا می‌کنند؛ بنابراین یکی از فعالیت‌های ستاد، برنامه‌ریزی لازم برای ایجاد دفاتر مالکیت فکری در مراکز پژوهشی و دانشگاهی و یا تقویت دفاتر موجود بوده است.

اگر این مراکز در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی وجود نداشته باشند، آنها مجبور به واگذاری تمام امور مربوط به حفاظت از دارایی‌های فکری مثل اختراعات به شرکت‌ها و وکلای خارجی خواهند شد، در حالی که واگذاری کامل این امور به شرکت‌ها و وکلای اختراعات خارجی هزینه‌های بسیار زیادی را دربرخواهد داشت. به همین دلیل تصمیم گرفته شد تا با ایجاد و یا تقویت دفاتر مالکیت فکری در دانشگاه‌های تهران، صنعتی شریف، صنعتی اصفهان، علم و صنعت ایران، علوم پزشکی تهران، انستیتو تحقیقاتی پاستور، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشگاه مواد و انرژی، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران و نیز آموزش منابع انسانی مورد نیاز آنها، کشور به تدریج صاحب تعدادی وکیل با اختراعات در حوزه‌های مختلف علوم و فنون (زیست‌فناوری، داروسازی، شیمی، پزشکی و...) با گرایش تخصصی فناوری نانو باشد.

**حمایت‌های تشویقی درنظر گرفته شده برای دفاتر ایجاد شده**

برخی از این حمایت‌های تشویقی عبارتند از:

- آموزش مداوم و گام به گام نیروی انسانی معرفی شده از طرف دانشگاه از مرحله مقدماتی تا مراحل تخصصی
- تقبل ۸۰ درصد هزینه‌های دو مورد از اولین اختراعات مربوط به دانشگاه در حوزه فناوری نانو پیگیری و ثبت شده به‌وسیله دفاتر
- حمایت از آموزش پرسنل دفتر مالکیت فکری دانشگاه در داخل و یا خارج از کشور
- تسهیل برقراری ارتباط با سازمان‌ها و ادارات بین‌المللی ثبت اختراع
- تهیه پایگاه داده حرفه‌ای اختراعات و ارائه خدمات به دانشگاه.

**کمک به ایجاد شرکت‌های خدمات تخصصی مالکیت فکری در کشور**

شرکت‌ها و مؤسسات ایجاد شده با حمایت ستاد:

- مؤسسه دارایی‌های فکری و فناوری مدرس
- مؤسسه دارایی‌های فکری راه نو
- شرکت پژوهشگران نانو فناوری
- شرکت کارگزار پژوهش و توسعه هزاره.

**حمایت‌های توانمندساز ستاد**

تاکنون برای ایجاد و افزایش توانمندی لازم شرکت‌ها از طرف ستاد، فعالیت‌های ذیل انجام یافته است:

• آموزش و تربیت نیروی انسانی مورد نیاز این مؤسسات در زمینه‌های مختلف دارایی‌های فکری به‌ویژه اختراعات

• تعریف واگذاری پروژه‌هایی(در راستای برنامه ۳۷ سند راهبرد آینده) در زمینه‌های مختلف مالکیت فکری مثل ثبت اختراع، تحلیل پتنت و غیره.

**خدمات قابل ارائه به‌وسیله شرکت‌ها**

خدماتی که به‌وسیله این شرکت‌ها قابل ارائه است عبارتند از:

• بررسی قابلیت ثبت و حفاظت از علائم تجاری

• انجام مراحل ثبت اختراع، مدل‌های مصرفی، علائم تجاری و طرح‌های صنعتی در ایران و سایر کشورها

• ارائه خدمات مشاوره‌ای در کلیه حوزه‌های مالکیت فکری شامل مشاوره درباره مناسب‌ترین روش حفاظت از هر نوع دارایی فکری

• طرح شکایت علیه نقض‌کنندگان علائم تجاری ثبت شده در ایران و سایر کشورها

• ارائه خدمات مشاوره‌ای برای انتخاب کشورها برای ثبت اختراعات

• مشاوره با مخترعین و صاحبان دارایی‌های فکری برای اخذ یا واگذاری امتیاز خرید یا فروش محصولات

• ارائه خدمات مربوط به جستجوی حرفه‌ای اختراعات

• ارائه خدمات تحلیل اختراعات.

**انجام پروژه‌های تحلیل پتنت**

• تحلیل استراتژیک و رقابتی اختراعات الماس واره‌ها

• تحلیل فنی اختراعات نانوسیلورها.

**ترویج و آموزش مالکیت فکری با تکیه بر اختراعات**

در سال ۱۳۸۶ بیش از ۲۰ مورد کارگاه آموزشی درباره مفاهیم مالکیت فکری با تکیه بر بحث اختراعات و با محوریت فناوری نانو برگزار گردید. دانشگاه تهران، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه امام حسین(علیه‌السلام)، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، پژوهشگاه مواد و انرژی و پژوهشگاه بیوتکنولوژی جهاد کشاورزی در دوره‌های فوق با ستاد همکاری داشته‌اند.

علاوه بر دوره‌های فوق، کارگاه‌های ترویج و آموزش مبانی مالکیت فکری با تکیه بر اختراعات در همایش‌های دانشجویی فناوری نانو(برای اساتید و دانشجویان) برگزار گردیده است که از جمله می‌توان به همایش‌های

دانشجویی در دانشگاه‌های تربیت مدرس(اسفند ۱۳۸۵)، کاشان (شهریور ۱۳۸۶) و شیراز (بهمن ۱۳۸۶) اشاره کرد.

**برنامه‌های حمایتی و تشویقی در زمینه ثبت اختراعات در خارج از کشور در حوزه نانو**

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو علاوه‌بر فعالیت‌های ذکر شده در بالا، از ثبت اختراعات محققان داخلی در خارج از کشور در حوزه فناوری نانو حمایت می‌کند. این مشوق‌ها در سه دسته الف) حمایت از ثبت اختراعات دانشگاه‌ها و مراکز مختلف پژوهشی، ب) حمایت از ثبت اختراعات تولید شده به‌وسیله شرکت‌های فعال در زمینه فناوری نانو، ج) حمایت از مخترعینی که به صورت فردی اقدام به ثبت اختراع در کشورهای خارجی می‌کنند، عرضه گردیده است.

**ج) توسعه منابع انسانی**

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در راستای ارتقاء سطح علمی کشور در زمینه فناوری نانو در عرصه‌های بین‌المللی و به‌منظور تقویت انگیزه فعالیت در این عرصه و اجرای برنامه سند تکمیلی اول راهبرد آینده، فعالیت‌های علمی و تحقیقاتی در این زمینه را مورد حمایت تشویقی قرار می‌دهد. در سال ۱۳۸۶ ستاد توسعه فناوری نانو طبق آیین‌نامه اعلام شده، انواع متنوعی از فعالیت‌های محققان کشور در حوزه علم و فناوری نانو را مورد حمایت قرار داد. این ستاد پس از ارزیابی و داوری دستاوردهای علمی و فناوری، حمایت‌هایی را به صورت تشویقی از این دستاوردها به عمل می‌آورد. این حمایت‌ها در قالب اعطای جوائز تشویقی به پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی؛ اعطای جوائز تشویقی به چاپ مقاله یا ارائه مقاله و پوستر؛ اعطای جوائز تشویقی به تألیف و ترجمه کتب فناوری نانو؛ اعطای جوایز تشویقی به ثبت اختراع در مراجع معتبر بین‌المللی؛ حمایت از سفر اساتید جهت ارزیابی عملکرد دانشجویان در دوره فرصت مطالعاتی؛ اعطای جوایز تشویقی به مأموریت‌های فناوری؛ حمایت از برگزاری همایش‌ها و کارگاه‌های آموزشی فناوری نانو و نهایتاً حمایت از طرح و تدریس دروس اختیاری فناوری نانو، انجام شده است. ستاد نانو در سال ۱۳۸۷ حدود ۱۲۲۴ پایان‌نامه ارشد و ۲۲۷ پایان‌نامه دکترا را مورد حمایت‌های تشویقی قرار داده است.

**د) تجاری‌سازی و انتشار فناوری**

ایجاد ارزش افزوده اقتصادی از توسعه فناوری نانو، یکی از اهداف سند راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران است که کسب توان رقابتی در سطح جهانی و همچنین به دست آوردن بخشی از بازار جهانی فناوری نانو ماحصل آن خواهد بود و مأموریت اصلی «کارگروه توسعه فناوری و تولید» بر پایه تقویت این هدف و به صورت زیر تعریف می‌گردد: هدفمند

کردن تحقیقات و ایجاد راهکارهای مناسب برای تولید محصولات برپایه فناوری نانو. اهم این فعالیت‌ها عبارتند از:

• انجام مطالعات تخصصی و رصد فناوری‌های داخلی و خارجی و بازار نانو (پایش نانو).

• فرهنگ‌سازی از طریق انتشار نتایج مطالعات فوق و ترغیب صنایع در ورود به عرصه تولید محصولات نانو (اشاعه فناوری).

• کمک به فرایند تجاری‌سازی فناوری نانو در صنعت (انتقال فناوری و جذب فناوری نانو در صنعت).

• نظارت و پیگیری پروژه‌های کلان تا حصول نتیجه مطلوب (رفع معضلات کشور با کمک نانو).

**رفع نیازها و حل معضلات ملی با فناوری نانو**

یکی از معیارهای ستاد نانو فناوری در راستای جذب فناوری و حمایت از آنها در نظر گرفتن چالش‌ها و معضلات کشور است. با توجه به این معیار، چهار حوزه شامل: آب، بتن، کاهش ضایعات کشاورزی و انرژی مورد توجه قرار گرفته‌اند که در سال ۱۳۸۶ سه پروژه کاربرد فناوری نانو در دوام بتن، استفاده از فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و کشاورزی و کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب در ابعاد ملی تعریف گردید که در حال اجرا هستند.

**اشاعه فناوری**

درخصوص بحث فرهنگ‌سازی و اشاعه فناوری چند طرح مورد توجه قرار گرفته است که در ادامه به آن اشاره می‌گردد:

**• حمایت از نشریات تخصصی**

طرح و آیین‌نامه حمایت از نشریات تخصصی تهیه و از ابتدای دی ۱۳۸۶ به اجرا درآمد. در این طرح از نشریات تخصصی که در حوزه‌های مختلف صنعتی مطالبی را درخصوص فناوری نانو به چاپ برسانند، براساس کیفیت و میزان مطلب، از سوی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو حمایت مالی به عمل می‌آید. عمده کارهای اجرایی این طرح به‌وسیله یک مؤسسه به عنوان کارگزار در بیرون از ستاد انجام می‌گیرد. در سال ۱۳۸۷ حدود ۳۲ نشریه مورد حمایت ۲۴۷۷۹۶۰۰۰ ریالی قرار گرفته‌اند.

**• حمایت تشویقی ویژه**

طرح تشویق ویژه از پایان‌نامه‌های دانشجویی در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترا از دیگر اقدامات این کارگروه در راستای برنامه اشاعه فناوری است. هدف اصلی از اجرای این طرح، هدایت محققین و متخصصین نانو در جهت حوزه‌های منتخب صنعت و اعلام شده از سوی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

به‌منظور پیشبرد طرح‌ها و پروژه‌های در حال انجام در افق‌های میان‌مدت (۲ تا ۴ ساله) و بلندمدت (۵ تا ۷ ساله) و مطابق با سند راهبرد آینده است. به همین منظور مکانیسم‌های مختلف طرح تعریف و عناوین پایان‌نامه‌های دارای تشویق ویژه (۲برابر حمایت تشویقی معمولی) منطبق با اهداف میان‌مدت و بلندمدت طرح‌های منتخب تعریف گردیده و مراحل کار در حال اجرا است.

**• فن بازار**

یکی از مکانیسم‌های تسهیل و ارتقای فعالیت‌ها به‌وسیله فناوری و ایجاد قدرت عرضه و تقاضای فناوری، برگزاری فن بازار است. در این راستا، کارگروه توسعه فناوری و تولید، دو فن بازار در حوزه خودرو و بسته‌بندی در سال ۱۳۸۶ برگزار کرد. حاصل این فن بازارها شناسایی توانمندی‌های داخلی و متمایل شدن صنعت به‌کارگیری این نوع فناوری‌ها بود. همچنین مقرر گردید به‌منظور برگزاری هر چه بهتر چنین فن بازارهایی آیین‌نامه‌ای تدوین گردد.

**تهیه شناسنامه‌های یافته‌های پژوهشی**

به‌منظور ایجاد بانک اطلاعاتی از یافته‌های پژوهشی موجود، شناسایی افراد فناور، شناسایی پتانسیل موجود، جلوگیری از موازی‌کاری و کمک به تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی دارای پتانسیل، ستاد نانو فناوری، طرح فوق را در سال ۱۳۸۶ تهیه و اقدامات لازم را به‌منظور شناسنامه‌دار کردن فناوری‌های نانو در کشور آغاز کرد.

**نهادهای انتقال و انتشار فناوری**

یکی از مراحل تجاری‌سازی، مرحله انتقال و انتشار فناوری است. بدیهی است گام اول انتقال و انتشار فناوری، شناسایی و پایش فناوری‌ها است. پس از پایش فناوری‌های موجود و مناسب نانو در داخل و خارج از کشور و تأیید آنها به‌وسیله مراجع ذیصلاح ضرورت پیگیری انتقال و انتشار فناوری نمایان می‌گردد. با شناسایی عوامل تأثیرگذار بر فرایند تجاری‌سازی و ارائه راهکارهای اجرایی، می‌توان زیرساخت مناسبی برای انتقال و انتشار فناوری و تسریع این فرایند انجام داد. از آن جایی که هر صنعت، زبان خاص خود را داشته و انتقال و انتشار فناوری سخت و پیچیده است، بنابراین در این مرحله بهره‌گیری از مؤسساتی که بتوانند فرایند انتقال و انتشار فناوری را به نحو مطلوب پیگیری کنند، ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به نبود کارگزاران تخصصی در برخی حوزه‌های صنعتی و عدم رغبت کارگزاران موجود به فعالیت در نانو (به علت خطرپذیری بالا) به‌منظور کاهش خطرپذیری و تشویق این‌گونه کارگزاران به فعالیت در حوزه نانو، حمایت‌هایی از سوی ستاد نانو انجام خواهد شد. بدیهی است با اجرای چنین فرایندی

پس از سودآور شدن و آشنایی کارگزاران با فناوری نانو، روند انتقال و انتشار فناوری و رایزنی کارگزاران ادامه خواهد یافت.

**انتقال فناوری (انتقال و جذب فناوری در صنعت)**

به‌کارگیری فناوری‌های نوین و صنعتی کردن این‌گونه فناوری‌ها مانند فناوری نانو، مستلزم پذیرش خطرپذیری بالا برای صنایع ذینفع است. عمدتاً شرکت‌های موجود (شرکتی‌هایی که دارای محصول بوده و در حال حاضر در حوزه‌های غیرنانویی دارای بازار می‌باشند) با هدف ایجاد تحول و معرفی خود به عنوان شرکت پیشگام در صنعت می‌توانند این ریسک بالا را بپذیرند. از آنجا که ورود این دسته از شرکت‌ها به حوزه نانو باعث آشنایی بیشتر جامعه با تأثیرات فناوری نانو می‌شود و گردش مالی آن شرکت‌ها را در کشور بالا می‌برد، باید برنامه‌ریزی تدوین شده‌ای از سوی ستاد، جهت ترغیب آنها به فعالیت در حوزه نانو صورت پذیرد.

به‌منظور برقراری ارتباط نزدیک و تسریع در فرایند انتقال و جذب فناوری در صنعت، ستاد نانو فناوری در سال ۱۳۸۶ به شناسایی شرکت‌های متقاضی فناوری و بررسی توانمندی‌های شرکت‌های فعال در حوزه نانو (تولیدکننده مواد اولیه، واسطه‌ای و محصول نهایی) اقدام کرده است. این اقدامات در چارچوب برپایی جلسات مستقیم با مدیران شرکت‌ها و بازدید از امکانات و آشنایی با توان علمی– فنی و مشکلات شرکت‌ها و ارائه راه‌حل‌ها و راهنمایی‌های لازم بوده است. همچنین در همین راستا ستاد نانو فناوری از حضور ۵ شرکت در نمایشگاه بین‌المللی نانوتکنولوژی ۲۰۰۸ ژاپن حمایت کرد.

به‌منظور جهت‌دهی و راهنمایی شرکت‌های موجود برای به‌کارگیری محصولات نانویی، شناسایی شرکت‌های تولیدکننده که بتوانند پاسخگوی تقاضای بازار باشند و همچنین بررسی نوع، کیفیت و کمیت محصول تولیدی آنها ضروری است.

**تأسیس مرکز رشد مجازی فناوری نانو**

در ایران بیش از ۴۰ مرکز رشد فعال هستند و شرکت‌های نوپا و تیم‌های کارآفرینی متکی بر فناوری را در راستای اجرای موفقیت‌آمیز ایده‌ها، نوآوری‌ها و همچنین رقابت در صحنه تجارت ملی و جهانی حمایت می‌کنند. کمک به این مراکز رشد برای جذب شرکت‌ها و هسته‌های فناوری نانو از برنامه‌هایی است که در دستور کار ستاد نانو فناوری قرار دارد. در این راستا دستورالعمل اجرا، تفاهم‌نامه با مراکز رشد، حمایت از شرکت‌های نوپا و ارزیابی مراکز رشد از جمله برنامه‌هایی است که اجرایی شده و یا خواهد شد.

**حمایت از سرمایه‌گذاران**

حمایت از سرمایه‌گذاران، یکی از موجبات رونق کسب و کار نانو است. طرح چگونگی جذب سرمایه‌های مراکز، افراد و شرکت‌ها؛ حمایت از امکان‌سنجی طرح‌های سرمایه‌گذاری، معرفی فرصت‌های سرمایه‌گذاری، حمایت از سرمایه‌گذاری خارجی، حمایت از ریسک سرمایه‌گذاری از جمله کارهای کارگروه است.

**گسترش شبکه شرکت‌های فناوری نانو**

فناوری نانو در همه حوزه‌های صنعتی از جمله الکترونیک، خودرو، نساجی، نفت، گاز، پتروشیمی، صنعت ساختمان و... کارایی خویش را به اثبات رسانده است. ایجاد ارزش افزوده بالا، بازارهای بکر و دست نخورده، فرصت‌ها و مزیت‌های مختلف در دسترس همه نشان‌دهنده این نکته‌اند که کسب وکارهای کشور می‌توانند با استفاده از این فناوری به تولید ثروتی انبوه و درخور ایران و ایرانی دست یابند.

تولید ثروت در دنیای مدرن با ابزار کهنه امکان‌پذیر نخواهد بود. بنگاه‌های کشور نیز چاره‌ای جز استفاده از فناوری‌های نوین برای ایجاد ارزش افزوده مانند کیفیت بهتر با قیمت کمتر ندارند، چرا که استفاده از فناوری‌های نوین برای عرض اندام در رقابت، نه یک انتخاب بلکه یک اجبار شده است. برندگان معمولاً زودتر و هوشمندتر از دیگران عمل می‌کنند و به حداکثر سود دست می‌یابند. دیگران نیز به تقلید از برندگان به دنبال آنها می‌روند اما دیگر چاره‌ای جز اکتفا به سود حداقلی ندارند.

به‌منظور حمایت و توسعه شرکت‌های فناوری نانو تلاش شده است تا زمینه حضور شرکت‌ها در نمایشگاه‌های بین‌المللی (صنعت روسیه، فناوری نانو روسیه، فناوری نانو ۲۰۰۸ ژاپن و...) و داخلی فراهم شود. نشست‌های دوره‌ای مدیران شرکت‌های فناوری نانو مورد توجه قرار گرفته است. برقراری دوره‌های آموزشی، تعامل با مدیران شرکت‌ها و نهایتاً کمک‌های مالی به شبکه انجام شده است.

در حال حاضر بیش از ۲۰ شرکت تولیدکننده محصولات نانو در ایران مشغول می‌باشند. برخی از آنها تولیدکننده نانو موادهای مختلفی چون ذرات نانو نقره، نانو کربن، نانو اکسید روی، نانو اکسید تیتانیوم، نانو مس و نانو الماس می‌باشند. همچنین ارائه نانوکامپوزیت‌ها و محصولات ارتقا یافته با فناوری نانو مانند مکمل بنزین جهت کاهش مصرف سوخت، مکمل روغن جهت بهینه‌سازی سیستم روغن کاری موتور، مواد افزاینده دوام زیرساخت‌های راهسازی از محصولات شرکت‌های ایرانی است. تولید تجهیزات آزمایشگاهی مانند میکروسکوپ الکترونی نیز به‌وسیله شرکت‌های ایرانی انجام شده

است. در حدود نیمی از این شرکت‌ها تولید انبوه داشته و بقیه آنها در حال تجاری‌سازی محصول خود هستند.

**نتیجه‌گیری**

با توجه به مباحث بیان شده، مشخص است که اگرچه در سال‌های قبل از ۱۳۷۹ نانو فناوری مورد توجه بوده است و اهمیت و ارزش آن به عنوان یکی از مهمترین فناوری‌های مورد نیاز درک شده بود، ولی مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در این زمینه تا حدودی جدا از هم و در راستاهای مختلف بودند. از سال ۱۳۷۹ به بعد، با توجه خاص مقام معظم رهبری و تأکیدات مکرر ایشان بر مباحث نهضت تولید علم و جنبش نرم‌افزاری و همچنین دغدغه‌های معظم‌له در ارتباط با شکستن مرزهای علمی کشور به سمت استفاده هوشمندانه از یافته‌های علمی مغرب زمین و طرح ایده‌های نو در قالب نواندیشی علمی، اجماعی کلی در سازمان‌ها، وزارتخانه‌ها، ارگان‌ها و سایر بخش‌ها در فراگیری و پیشبرد علوم و فناوری‌های برتر ایجاد شد. در این بین، نانو فناوری به عنوان یکی از شش فناوری راهبردی مورد توجه خاص قرار گرفت. برای رسیدن به اهداف متعالی، ستاد نانو به عنوان متولی مباحث مربوط به علوم و تکنولوژی نانو، سعی در فراهم ساختن بستر مناسبی برای رشد این تکنولوژی و حمایت از افراد و مجموعه‌های درگیر در فناوری نانو کرد. بنابراین با توجه به تلاش‌های ستاد نانو، عملاً پیشرفت‌ها و دستاوردهای موفقیت‌آمیز و چشمگیری حاصل شد. تدوین اسناد راهبردی، نقش مهمی در هم جهت شدن فعالیت‌های انجام شده در زمینه فناوری نانو و حمایت از آن را به عهده داشت. رشد تعداد مقالات طی سال‌های اخیر و صعود رتبه ایران در تولید علم نانو از مقام ۴۹ در سال ۲۰۰۱ به مقام ۱۹ در سال ۲۰۰۸ نشان از موفقیت‌های بزرگ در این زمینه دارد. با توجه به آخرین اطلاعات جمع‌آوری شده تا پایان ماه اکتبر ۲۰۰۹، کشور درخصوص تولید علم با توجه به شاخص تعداد مقالات، به رتبه ۱۵ جهان و رتبه نخست کشورهای منطقه رسیده است. این رتبه مطابق هدف تعیین شده برای سال ۲۰۰۹ بوده که با لطف الهی حاصل شده است. با حفظ و یا افزایش شیب رشد فعلی در سال‌های نزدیک می‌توان به اهداف بالاتری رسید. فراهم کردن زیرساخت‌های توسعه فناوری نانو مانند ساخت و تجهیز شبکه آزمایشگاهی، برگزاری کارگاه‌های آموزشی، حمایت از راه‌اندازی سیستم کاران‌های، استانداردسازی فناوری نانو، فراهم کردن زمینه حفظ مالکیت فکری کمک اساسی در پیشرفت فناوری نانو را سبب خواهد شد که نتایج اولیه آن تاکنون مشاهده شده و در آینده بیشتر مشخص خواهد شد. تلاش‌های مهم و مناسبی برای توسعه و تربیت

منابع انسانی مورد توجه قرارگرفته است. در این فناوری در کنار توجه به رشد علمی آن، به تجاری‌سازی آن نیز توجه مناسبی شده است و بستر و زمینه‌های تجاری شدن آن تا حدودی مورد توجه بوده است. شرکت‌های مختلفی در این زمینه فعال شده‌اند که تعداد زیادی از آنها معرفی شدند. دستگاه‌های مختلفی مانند وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی؛ جهاد کشاورزی و پژوهشگاه صنعت نفت در زمینه فناوری نانو فعالیت‌های زیادی انجام داده‌اند.

با توجه به اقدامات و بسترسازی‌های انجام شده و همچنین نتایج و دستاوردهای به دست آمده علمی و تکنولوژیکی، مشخص است که پس از توجه مقام معظم رهبری به امر تولید علم و جنبش نرم‌افزاری، رشد علم و فناوری نانو با سرعت و شتاب بیشتری همراه شده و در صورت حفظ این سرعت و شتاب، دستیابی به اهداف در نظر گرفته شده در سند چشم‌انداز بیست ساله در زمینه نانو فناوری، دور از انتظار نخواهد بود.

**۵-۶. زیست‌فناوری**

واژه زیست‌فناوری یا بایوتکنولوژی دربرگیرنده هرگونه فعالیت هوشمندانه بشر در خلق، بهبود و تولید محصولات گوناگون با استفاده از موجودات زنده به خصوص از طریق مهندسی ژنتیک است. زیست‌فناوری، یکی از هفت فناوری کلیدی مهم قرن بیست و یکم و شاید مهمترین آنهاست که سرنوشت اقتصادی- اجتماعی جوامع را در چند دهه آینده رقم خواهد زد.

زیست‌فناوری در زمینه‌های مختلفی مانند پزشکی، کشاورزی، دام، طیور و آبزیان، صنعت و محیط‌زیست کاربرد دارد. زیست‌فناوری پزشکی در پیشگیری، تشخیص مولکولی بیماری‌ها، تولید داروها و واکسن‌های نوترکیب، ژن درمانی و توالی‌یابی ژنوم انسان و عوامل بیماریزا کاربرد فراوان دارد. زیست‌فناوری کشاورزی، دام، طیور و آبزیان در تشخیص بیماری‌ها و آفات، تولید گیاهان‌ترا ریخت، تولید داروها و واکسن‌های دام و طیور، تکثیر گیاهان و جانوران، تولید کودها و سموم بیولوژیک کاربرد دارد. در محیط‌زیست، به‌کارگیری زیست‌فناوری برای حفظ و ایجاد تنوع ژنتیکی و ذخایر ژنتیکی، و حفظ، ارتقاء و پاک‌سازی محیط‌زیست کاربرد دارد. زیست‌فناوری صنعت و محیط‌زیست نیز در تصفیهٔ بیولوژیک، تولید آنزیم‌ها و پروتئین تک یاخته، ازدیاد برداشت از مخازن نفتی، فروشویی زیستی و صنایع دفاعی، غذایی، مواد شوینده و نساجی به کار می‌رود. به عبارت دیگر زیست‌فناوری، تکنولوژی مولود انتزاج علوم زیستی (بیوشیمی، ژنتیک، زیست شناسی، میکروب‌شناسی) و دانسته‌های پزشکی، کشاورزی و فنی و مهندسی است و مبتنی بر استفاده

از امکانات موجود زنده برای مقاصد تولید محصولات و فرآورده‌های زیستی است. این تعریف گسترده به این معنی است که زیست‌فناوری از همکاری تنگاتنگ چندین قلمرو علوم و فنون پدید آمده و در زمینه‌های مختلفی چون کشاورزی، تغذیه و مواد غذایی، دامپروری، پرورش آبزیان، پزشکی و صنایع دارویی، بهداشت و سلامت، صنعت، محیط‌زیست، معدن و انرژی کاربردهای بی‌شماری دارد. برای دستیابی به این فناوری چندمنظوره با این گستره وسیع کاربردی، توسعه علوم پایه و بیوانفورماتیک و توجه به مسائل اخلاقی، مفاهیم اجتماعی و تدوین و به‌کارگیری استانداردها، قوانین و مقررات مربوطه اجتناب ناپذیر است.

تأمین مواد غذایی و ایجاد امنیت غذایی، تأمین سلامت و بهداشت جمعیت شش و نیم میلیاردی کره زمین، حذف مؤثر آلاینده‌های خطرناک از محیط‌زیست، حفظ تنوع ژنتیکی و دستیابی به توسعه پایدار و تولید محصولات گوناگون با صرف هزینه و انرژی کمتر جز با روش‌های نوین زیست‌فناوری امکان‌پذیر نخواهد بود. در حال حاضر زیست‌فناوری از نظر اهمیت و پیش‌بینی افق‌های روشن رشد فراگیر، وضعیتی مشابه فناوری‌های هسته‌ای و کاربردهای رایانه در قرن بیستم را داراست و از این رو قرن بیست و یکم را قرن زیست‌فناوری نام نهاده‌اند.

عمر زیست‌فناوری سنتی به ۵۰۰۰ سال پیش باز می‌گردد، اما زیست‌فناوری نوین که مولود قرن ۲۰ میلادی است در میانه راه خود در خدمت‌رسانی به بشر قرار دارد. استفاده از این فناوری در دهه‌های گذشته منحصر به کشورهای توسعه یافته نبوده و کشورهای در حال توسعه نیز ضرورت استفاده از آن را احساس کرده و به‌منظور حمایت از برنامه‌های بیوتکنولوژی ملی، به سرمایه‌گذاری در منابع زیربنایی و آموزش نیروهای انسانی خود پرداخته و همزمان با این حرکت، سیاست‌هایی را جهت تسهیل تحقیق و توسعه بیوتکنولوژی در بخش‌های خصوصی و دولتی اتخاذ کرده‌اند. ایران نیز به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه با توجه به ظرفیت‌های خود در دستیابی به فناوری زیستی، در این مسیر گام‌هایی برداشته است.

سابقه زیست‌فناوری نوین در کشور، به بیش از دو دهه می‌رسد و در این مدت فعالیت‌هایی برای توسعه این فناوری در کشور انجام شده است. رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز در مناسبت‌های مختلف بر اهمیت زیست‌فناوری تأکید و ضمن ابلاغ سیاست‌های کلی برنامه چهارم، «کسب فناوری به‌ویژه فناوری‌های نو شامل ریزفناوری و فناوری‌های زیستی و... را به عنوان تکلیف همه دستگاه‌ها لازم‌الاجرا دانستند. هیئت محترم وزیران نیز شورای

عالی زیست‌فناوری کشور را به ریاست رئیس‌جمهور تشکیل و سند ملی زیست‌فناوری را به عنوان یک برنامه راهبردی جهت پیشرفت و به تعالی رساندن بیوتکنولوژی به تصویب رسانده است.

از دهه ۱۹۸۰ در بسیاری از کشورها زیست‌فناوری به عنوان علمی با ظرفیت سودآوری بالا شناخته شده و کشورهای پیشرفته‌ای مانند آمریکا، ژاپن و آلمان به این شاخه نوپای دانش توجه مبذول داشته‌اند. سرمایه‌گذاری ۱۳ میلیارد دلاری آمریکا در سال ۱۹۹۸ برای توسعه و تحقیق در زمینه زیست‌فناوری بیانگر توجه دولت آمریکا به این شاخه با اهمیت علم در سیاست‌های کلان آن کشور است. سرمایه‌گذاری و توجه ویژه به زیست‌فناوری نه تنها در کشورهای توسعه یافته بلکه در بسیاری از کشورهای در حال توسعه که اهمیت این فناوری برتر قرن را دریافته‌اند، دیده می‌شود. به‌طور مثال در کشور هند در مقطع زمانی ۱۹۸۶-۲۰۰۳ حدود ۲۵۵ میلیون دلار در زمینه‌های گوناگون زیست‌فناوری سرمایه‌گذاری شده و بیش از ۱۷۰ شرکت، تولیدات جدید خود را به بازار ارائه کرده‌اند. در بیشتر کشورها، نظام مدیریت فرابخشی زیست‌فناوری با حمایت مستقیم دولت، سیاست‌ها و برنامه‌های زیست‌فناوری کشور را تدوین کرده و هدایت این بخش با اهمیت و نوین علم را به عهده گرفته‌اند. نرخ افزایش سرمایه‌گذاری دولت‌ها و یا به عبارتی اختصاص بودجه در زمینه زیست‌فناوری از سال ۲۰۰۰ در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، بیانگر توجه خاص به توسعه زیست‌فناوری در جهان امروز است.

در ایران از حدود ۸۰ سال قبل در مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی و انستیتو پاستور ایران در زمینه تولید واکسن از طریق زیست‌فناوری سنتی فعالیت‌هایی انجام گرفته است. در سال ۱۳۵۴ انستیتو تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک در دانشگاه تهران تأسیس شد. اگر چه هدف اولیه آن انیستو انجام تحقیقات در زمینه زیست‌فناوری نبود ولی از دهه ۱۳۶۰ فعالیت‌های خود را در این زمینه آغاز کرد. پژوهشکده زیست‌فناوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران از سال ۱۳۶۴ فعالیتش را در زمینه زیست‌فناوری سنتی شروع و به تدریج تحقیقات خود را در جهت زیست‌فناوری نوین هدایت کرد. زیست‌فناوری نوین در ایران از سال ۱۳۶۶ با تأسیس مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی آغاز شد. به تدریج، مؤسسات تحقیقاتی مانند مؤسسه رازی، انستیتو پاستور، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، دانشگاه‌های صنعتی و دانشکده‌های علوم، کشاورزی و پزشکی شروع به تأسیس بخش‌های بیوتکنولوژی و یا انجام تحقیقاتی در زمینه بیوتکنولوژی کردند. در سال‌های اخیر برای

تأمین واحدهای تحقیقاتی و انجام پژوهش در بیوتکنولوژی، در سازمان‌ها و دانشگاه‌های مختلف اشتیاق فراوانی دیده شده که از آن جمله می‌توان به تشکیل مراکز و مؤسسات تحقیقاتی که تعداد آنها ۴۳ واحد (۱۲ واحد تحقیقاتی – تخصصی و ۳۱ واحد پژوهشی) می‌باشد، اشاره کرد.
به موازات ایجاد مراکز تحقیقاتی بیوتکنولوژی نوین در کشور، مراکز آموزشی نیز به تأسیس دوره‌های رسمی بیوتکنولوژی پرداخته‌اند. رشته‌های آموزشی مختلف از جمله مهندسی شیمی، گرایش بیوتکنولوژی در مقطع کارشناسی ارشد و دکترا (سال ۱۳۶۹ دانشگاه تربیت مدرس)، فرآورده‌های بیولوژیک در مقطع دکترا (انستیتو پاستور با همکاری پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و تکنولوژی زیستی، سازمان پژوهش‌ها، مؤسسه رازی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران) و بیوتکنولوژی کشاورزی در مقطع کارشناسی ارشد (سال ۱۳۷۶ دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران) تأسیس شده است.
در سال‌های اخیر، در سایر دانشگاه‌های کشور مانند صنعتی شریف، صنعتی امیرکبیر، شیراز، صنعتی سهند و فردوسی مشهد نیز رشته‌های بیوتکنولوژی تأسیس شده است. در سال ۱۳۷۷ نیز رشته‌های بیوتکنولوژی پزشکی در کشور ایجاد گردید. ایجاد دوره دکترا مستقیم بیوتکنولوژی دانشگاه تهران با جذب بهترین دانش‌آموزان از طریق آزمون سراسری دانشگاه‌ها و دانش‌آموزان المپیادی تلاش دیگری در جهت هدایت نخبگان کشور به تحصیل در این زمینه بوده است.

**• ضرورت توسعه زیست‌فناوری در کشور**

زیست‌فناوری در جهان امروز به عنوان یک ابزار مناسب و قدرتمند برای دستیابی به توسعه پایدار به‌شمار می‌آید. زیست‌فناوری، زاینده صنایع و تولیدات جدید می‌باشد و بنابراین بسیار درآمدزا است. از این رو در حال حاضر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، سرمایه‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های بلندمدتی را برای بهره‌گیری از پتانسیل‌های بی‌شمار آن انجام داده‌اند.
در شرایطی که افزایش جمعیت، کمبود مواد غذایی، بروز و شیوع انواع بیماری‌ها و آسیب‌های وارد شده به محیط‌زیست، امنیت ملی کشورها را مورد تهدید و مخاطره قرار داده است، ابزار توانمند زیست‌فناوری در پزشکی، صنعت، کشاورزی و محیط‌زیست، انقلاب عظیمی را به وجود آورده و امیدی برای حل بسیاری از مشکلات بشر در قرن بیست و یکم پدید آورده است. در حال حاضر، سرمایه‌گذاری و گسترش صنعت زیست‌فناوری، منافع زیادی را نصیب کشورهای توسعه یافته کرده و با ایجاد مشاغل جدید باعث رونق اقتصادی آنها شده است. نکته مهمتر این‌که بیوتکنولوژی علمی است که

می‌تواند به پیشرفت و بهبود کیفیت زندگی بشر کمک کند.
کاربردهای فراوان زیست‌فناوری، آن را به برجسته‌ترین نشانه پیشرفت بشر در قرن حاضر و یکی از مهمترین ابزار تأمین نیازهای متنوع و گوناگون وی تبدیل کرده است. در بسیاری از کشورها از دهه ۱۹۸۰، توسعه زیست‌فناوری به عنوان یک برنامه ملی اولویت‌دار پذیرفته شده و سرمایه‌های قابل توجهی به تشکیل زیرساخت‌ها و توسعه‌این فناوری اختصاص داده شده و همزمان با این حرکت، سیاست‌هایی برای تسهیل تحقیق و توسعه زیست‌فناوری در بخش‌های خصوصی و دولتی اتخاذ شده است.
آمارهای جهانی بیانگر آن است که در مجموع نود درصد فعالیت‌های زیست‌فناوری که منجر به حصول درآمد شده‌اند، مربوط به صنایع زیست‌فناوری پزشکی است که درآن، سهم فرآورده‌های دارویی ۸۰درصد و سهم مواد مورد استفاده در تشخیص، ۱۰درصد بوده است. در این میان سهم بخش کشاورزی ۵۰درصد و سایر موارد هم ۵درصد می‌باشد. البته باید توجه داشت که در اکثر کشورهای جهان سوم به دلیل ضعف‌های مربوط به ساختارهای اقتصادی و عدم توانایی آنان در تولید مواد غذایی و وابستگی‌شان به خارج، تمایل به استفاده از زیست‌فناوری در بخش کشاورزی بیشتر است. ارقام نجومی دستاوردهای اقتصادی حاصل از زیست‌فناوری، شگفت‌انگیز می‌باشد. ارزش تجارت جهانی فرآورده‌های حاصل از این فناوری از صفر دلار در سال ۱۹۷۷ به بیش از ۵۰ میلیارد دلار در اواخر دهه ۹۰ میلادی رسیده است.
در کشور ایران برای ایجاد زیرساخت‌های زیست‌فناوری اقدامات قابل توجه و سرمایه‌گذاری نسبتاً مناسبی صورت گرفته است. از جمله این اقدامات می‌توان به تأسیس و تشکیل مراکز تحقیقاتی و آموزشی مانند پژوهشگاه، پژوهشکده، مراکز پژوهشی و بخش‌های آموزشی رشته‌های مرتبط با زیست‌فناوری در دانشگاه‌ها و دانشکده‌های مختلف اشاره کرد. با توجه به این که در حدود دو دهه از فعالیت‌های زیست‌فناوری در ایران می‌گذرد، تعداد قابل توجهی پروژه‌های تحقیقاتی در مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها اجرا شده و یا دردست اجرا می‌باشد.
هرچند حجم سرمایه‌گذاری برای زیست‌فناوری در ایران به نوبه خود قابل توجه است، اما این سرمایه‌گذاری نسبت به کشورهای پیشرفته وکشورهای دیگر در حال توسعه بسیار کم بوده و می‌توان گفت که ناچیز است. به جز میزان سرمایه‌گذاری، مشکل اساسی زیست‌فناوری در ایران، مدیریت و راهبری ضعیف، پراکنده‌کاری و عدم پیروی از اهداف و خط‌مشی‌های تدوین شده می‌باشد. درست به دلیل وجود همین نقص، طرح جامع سند

ملی زیست‌فناوری و سند راهبردهای زیست‌فناوری به‌منظور تدوین اهداف، سیاست‌ها، راهبردها و برنامه‌های زیست‌فناوری تهیه و تنظیم شد.
به نظر می‌رسد برای تهیه مواد بیولوژیک، آنزیم‌ها، داروها و محصولات جدید، با ارزش افزوده بالا، زیست‌فناوری بتواند جایگزین مناسبی برای صادرات نفت و تأمین قسمتی از ارز مورد نیاز کشور باشد. زیست‌فناوری به عنوان منبع جایگزین مواد خام و تهیه سایر موارد مورد نیاز در صنعت و تولید مواد معدنی مانند مس و حتی نفت خام، مورد توجه بسیار قرار گرفته است. در مسائل زیست‌محیطی، برای مبارزه با آلودگی‌های صنعتی، پالایش آنها و نواحی آلوده نیز می‌توان از روش‌های زیست‌فناوری استفاده کرد.
به کمک روش‌های جدید می‌توان ژن‌های مفید را به گیاهان و دام‌ها منتقل کرد و انواع و نژادهای جدیدی از آنها به دست آورد که دارای قابلیت‌های خاص مانند مقاومت در برابر آفات، بیماری‌ها و تنش‌های محیطی غیر زنده باشند و محصولات آنها از لحاظ کیفیت برای مصارف انسان مناسب باشند و نیازهای کمی را برطرف کنند. در پزشکی به کمک روش‌های زیست‌فناوری و ژن‌درمانی می‌توان در درمان بیماری‌های خطرناکی چون دیابت، سرطان، تالاسمی و غیره توفیق‌هایی کسب کرد.

**۱-۵-۶. اسناد مهم و عمده تنظیم شده در راستای زیست‌فناوری**

**الف) سند ملی زیست‌فناوری کشور**

پراکندگی فعالیت‌ها و درخواست‌های فراوان دستگاه‌ها برای دریافت منابع مالی جهت انجام تحقیقات بیوتکنولوژی سبب شد در سال ۱۳۷۳ شورایی برای ایجاد هماهنگی و بررسی طرح‌های پیشنهادی در دفتر بررسی و مطالعات علمی- صنعتی نهاد ریاست جمهوری تشکیل شود. در سال ۱۳۷۵ هیئتی از سازمان برنامه و بودجه، پیشنهاد مکتوبی تحت عنوان «ساماندهی فعالیت‌های حوزه زیست‌فناوری در جمهوری اسلامی ایران» ارائه کرد. کمیسیون زیست‌فناوری در شورای پژوهش‌های علمی کشور در سال ۱۳۷۵ شکل گرفت. پیرو دستور ریاست محترم جمهوری اسلامی ایران در اواخر سال ۱۳۷۹، کمیته ملی زیست‌فناوری فعالیت خود را در چارچوب وظایف و اختیارات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری آغاز کرد. پروژه تدوین راهبرد ملی زیست‌فناوری با تصویب کمیته ملی زیست‌فناوری و تشکیل گروه‌های تخصصی با همکاری بیش از ۲۰۰ نفر صاحب نظر و متخصص در رشته‌های مختلف زیست‌فناوری و مدیریت راهبردی در طول مدت دو سال فعالیت مستمر به انجام رسید.
در اسناد بالادستی چون سند چشم‌انداز و سیاست‌های کلی نظام و برنامه‌های

توسعه به فناوری زیستی و کسب آن اشاره مستقیم شده است. کسب فناوری به‌ویژه فناوری‌های نو شامل ریزفناوری، فناوری‌های زیستی، اطلاعات و ارتباطات زیست‌محیطی، هوا - فضا و هسته‌ای بخشی از سند چشم‌انداز است که به کسب فناوری زیستی تأکید دارد (سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران) که خود نشان از جایگاه ویژه این فناوری دارد.

سند ملی زیست‌فناوری که چکیده‌ای از این پروژه مهم می‌باشد (سند ملی زیست‌فناوری جمهوری اسلامی؛ ۱۳۸۵)، در سال ۱۳۸۲ به‌وسیله وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در هیئت دولت مطرح و مورد بررسی قرار گرفت که پس از بازنگری و تأیید دستگاه‌های مختلف، در تاریخ ۱۳۸۳/۲/۱۶ به تصویب هیئت دولت رسید. پس از آن در راستای اجرایی کردن و هدایت سند ملی زیست‌فناوری و نیل به اهداف ذکر شده در آن، شورای عالی زیست‌فناوری به ریاست رئیس جمهور شروع به‌کار کرد.

سند ملی زیست‌فناوری کشور در طول سه برنامه کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت جهت تقویت بنیان‌های زیست‌فناوری کشور، تهیه و در تاریخ ۱۳۸۳/۱۱/۴ به عنوان سند ملی زیست‌فناوری به تصویب هیئت محترم دولت رسید و تحت هدایت شورای عالی زیست‌فناوری در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۴به مرحله اجرا درآمد. مطابق پیش‌بینی سند، در طی برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت با اختصاص اعتباری به میزان ۱۲۷۲۵/۶ میلیارد ریال با اجرای برنامه‌های ضربتی و سرعت عمل در فعالیت‌ها به تقویت و توسعه امور مهمی پرداخته شد، که رئوس آنها عبارتند از: تکمیل پروژه‌های نیمه‌تمام، بازسازی مراکز فرسوده و قدیمی، تقویت و توسعه زیرساخت‌ها، تربیت نیروی انسانی متخصص و محقق به تعداد پیش‌بینی شده، پژوهش، تبدیل طرح‌های تحقیقاتی اجرا شده موجود به محصول، تولید محصولات و فرآورده‌های بیولوژیک مطابق اهداف و برنامه‌های پیش‌بینی شده بازار و غیره.

سند زیست‌فناوری با ارائه ساختار مدیریت کلان توسعه فناوری زیستی در قالب یک جدول، ارتباط شورای زیست‌فناوری با رئیس جمهور، کمیسیون هماهنگی و کارگروه‌های تخصصی مستقر در ۷ وزارتخانه را مشخص می‌کند. این ساختار براساس نامه شماره ۱۰۱/۸۱۹۸۴ مورخ ۱۳۸۳/۵/۹ به تصویب سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی رسیده است. شورای عالی زیست‌فناوری زیرنظر مستقیم رئیس‌جمهور است؛ از این رو می‌توان آن را به لحاظ ساختاری شورایی قوی دانست.

براساس بند «ث» از مصوبه هیئت وزیران به تاریخ ۸۴/۲/۱۹، تعیین سیاست‌ها و راهبردهای اجرایی، ترویج تحقیقاتی وتأمین منابع انسانی،

هدف‌گذاری و تعیین خطوط کلی زیست‌فناوری، بررسی و تصویب ساختار نظام مدیریت زیست‌فناوری کشور و نظارت بر پیشرفت برنامه‌های اجرایی سند ملی زیست‌فناوری از وظایف و اختیارات شورای عالی زیست‌فناوری است. براساس دو مورد نخست، جایگاه قانونی تدوین سند ملی زیست‌فناوری، شورای عالی زیست‌فناوری است و تهیه، تصویب، پیگیری، اجرا و نظارت بر پیشرفت برنامه‌های اجرایی سند از اختیارات این شورا می‌باشد.
طبقه‌بندی اهداف به سه دوره زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت و نیز تطبیق آن با دوره‌های زمانی برنامه‌های توسعه از نقاط قوت این سند به شمار می‌روند. براساس آمار به‌دست آمده از گزارش «نگاهی اجمالی بر ضرورت زیست‌فناوری در ایران» که از سوی دبیرخانه شورای عالی زیست‌فناوری در شهریور ماه ۱۳۸۶ ارائه شده، در بیشتر شاخص‌ها، با وضعیت دوره کوتاه‌مدت سند زیست‌فناوری فاصله داریم و این خود ضرورت ارائه برنامه‌های اجرایی از سوی کارگروه‌های تخصصی و کنترل نظارت مستمر و دقیق شورای عالی زیست‌فناوری را بیش از پیش مورد تأکید قرار می‌دهد. جایگاه شورای عالی زیست‌فناوری، نقطه قوت قابل توجهی در پیشبرد اهداف سند است که این امر مستلزم عملیاتی شدن اهداف و سیاست‌های سند می‌باشد.

**ب) سند شورای عالی انقلاب فرهنگی در مورد زیست‌فناوری (راهبردهای زیست‌فناوری)**

به‌منظور حمایت بیشتر از زیست‌فناوری در سطح کلان و رفع برخی مشکلات موجود در این زمینه، جلساتی برای تبادل نظر در مورد زیست‌فناوری در شورای تخصصی جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم شورای عالی انقلاب فرهنگی تشکیل شد و نهایتاً سندی تحت عنوان راهبردهای زیست‌فناوری در شورای عالی انقلاب فرهنگی به تصویب رسید که بر طبق این سند دولت موظف شد برای اجرای سند ملی زیست‌فناوری، ضمن شفاف‌سازی وجوه تخصیصی به این حوزه، هرساله بودجه‌های لازم را ذیل یک ردیف اعتباری معین، براساس پیشنهاد شورای عالی آموزش، پژوهش و فناوری پیش‌بینی کند و همچنین دولت موظف نشد حمایت‌های لازم را برای تسهیل و تشویق سرمایه‌گذاری در حوزه زیست‌فناوری از شرکت‌های سرمایه‌گذاری، با اولویت شرکت‌های مستقر در مراکز رشد و پارک‌های علمی فناوری بخش خصوصی و تعاونی، برای اخذ تسهیلات بانکی فراهم آورد و تسهیلات و امکانات ویژه برای واردات مواد اولیه تحقیقاتی مورد نیاز دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی و شرکت‌هایی که فهرست و مشخصات آنها از سوی شورای عالی آموزش، پژوهش و فناوری اعلام می‌شود، فراهم کند.

در این سند، به‌منظور حمایت از این فناوری، بنگاه‌های خصوصی کوچک و متوسط در زمینه زیست‌فناوری جزء صنایع خطرپذیر معرفی شدند و به فراهم کردن زمینه ورود محصولات زیست‌فناوری تولید شده داخل کشور به بازارهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی توجه شد.

**۶-۵-۲. وضعیت موجود کشور در زمینه زیست‌فناوری و بیان دستاوردها**

زیست‌فناوری در جهان و بویژه در ایران، یک فناوری نوپاست و توجه بخش دولتی به آن در سال‌های اخیر جلب شده است. در این راستا مراکز متعدد ضمن سیاست‌گذاری‌های مستقل، به تجهیز و راه‌اندازی واحدهای تحقیقاتی زیست‌فناوری پرداخته‌اند و با اختصاص اعتبارات پژوهشی و عمرانی اقدام به تأسیس واحدهای آزمایشگاهی و خرید تجهیزات پیشرفته زیست‌فناوری می‌کنند. تدوین نظام ملی رتبه‌بندی اولویت‌ها و ضرورت شناخت جایگاه علم و تکنولوژی مولود علم، نزد مسئولان و مراجع سیاست‌گذار و برنامه‌ریز کشور می‌تواند راه‌گشای رفع اتکای ابزاری بخش‌های تحقیقاتی و تولیدی کشور باشد. در کشور ایران برای ایجاد زیرساخت‌های زیست‌فناوری اقدامات قابل توجهی صورت گرفته که از جمله این اقدامات می‌توان به تأسیس و تشکیل مراکز تحقیقاتی و آموزشی مانند پژوهشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها، مؤسسات، مراکز پژوهشی و آموزشی(دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها)، واحدهای تولیدی و صنعتی، شرکت‌های زیست‌فناوری، انجمن‌های علمی و... اشاره کرد.

**۶-۵-۳. وضعیت پژوهشی زیست‌فناوری در وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مرتبط**

رشد و سرمایه‌گذاری در امر فناوری در کشورهای پیشرفته با تخصیص اعتبارات زیاد در بخش تحقیق و توسعه زیست‌فناوری و تلاش فزاینده کشورهای توسعه یافته دیگر، تحلیل‌گران و سیاست‌گذاران این عرصه در کشورهای در حال توسعه را بر آن داشت تا با تصمیمات خود، عقب ماندن از قافله تندروی کشورهای پیشرفته را جبران کنند.

زیست‌فناوری سنتی در کشور ما سابقه نسبتاً طولانی دارد؛ اما توجه به زیست‌فناوری نوین به‌ویژه مهندسی ژنتیک، حدود یک دهه را پشت سر گذاشته است. در این مدت بیش از ۴۶ مرکز، مؤسسه و پژوهشکده تأسیس شده و تعداد ۵۱ دانشکده در دانشگاه‌های دولتی و پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری به امر پژوهش و آموزش نیروی متخصص و محقق در رشته‌های مختلف مرتبط با زیست‌فناوری در بخش‌های پزشکی، کشاورزی (گیاهی، دام، طیور و آبزیان)، صنعت و معدن، محیط‌زیست و علوم پایه پرداخته و فعالیت آنها همچنان ادامه دارد.

پژوهش به عنوان نخستین گام برای رسیدن به زنجیره تولید فناوری و سپس

رسیدن به مراحل تولید محصولات زیست‌فناوری، نقش اصلی را به عهده دارد. فناوری‌های زیستی در سطح جهان به سرعت در حال پیشرفت و توسعه است و بیم آن می‌رود که بی‌توجهی در این زمینه موجب بروز مشکلات راهبردی و گرفتاری‌های جدی اقتصادی- اجتماعی برای کشور ما درآینده‌ای نه چندان دور بشود.

با توجه به گذشت دو دهه از فعالیت‌های زیست‌فناوری در ایران، تعداد قابل توجهی پروژه‌های تحقیقاتی در مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها اجرا و یا در دست اجرا می‌باشد. در یک دهه اخیر، فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی زیست‌فناوری در ایران، به جز بخش دولتی در بخش خصوصی نیز رواج پیدا کرده است.

تعداد تولیدات علمی کشور ایران در سطح بین‌المللی در سال ۲۰۰۲ به استناد پایگاه مؤسسه اطلاعات علمی (ISI)، ۲۲۶۶ سند علمی بوده و با این تعداد مقاله، رتبه ایران به لحاظ مقالات بین‌المللی (ISI) از ۵۵ در سال ۱۹۹۴ به ۴۴ در سال ۲۰۰۲ رسیده است

براساس آمار تهیه شده، بیش از ۶۰۰ طرح پژوهشی در زمینه زیست‌فناوری در گرایش‌های مختلف کشاورزی، علوم پایه، پزشکی، صنعت و معدن و محیط‌زیست اجرا و یا در دست اجرا می‌باشد. در ادامه، اسامی مراکز و سازمان‌های تحقیقاتی و آموزشی فعال در زمینه زیست‌فناوری تحت نظارت وزارتخانه‌ها و سازمان‌های ذیربط ذکر می‌شود.

**الف) وزارت صنایع و معادن**

نیازهای آینده کشور به فرآورده‌های زیست‌فناوری صنعتی به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهمترین آنها عبارتند از: رشد جمعیت، سطح فرهنگ عمومی، الگوی مصرف مواد غذایی، سطح بهداشت و درمان، قدرت خرید اقشار جامعه و نهایتاً کیفیت نهایی فرآورده‌های تولیدی که آن هم به دانش فناوری کشور در این زمینه بستگی پیدا خواهد کرد. بنابراین پیش‌بینی دقیق نیازهای آینده کشور به این فرآورده‌ها به راحتی امکان‌پذیر نیست و باید در زمینه‌های فوق مطالعات اولیه نیز انجام پذیرد.

با توجه به موقعیت صنایع پیشرفته مانند زیست‌فناوری در صنعت جهان، سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران توجه ویژه‌ای به این صنایع داشته و به‌منظور اجرایی‌کردن مدل توسعه یافته، در سال ۱۳۸۱ معاونت جدیدی به نام معاونت صنایع پیشرفته ایجاد کرد که متشکل از دو مدیریت توسعه و توسعه صنایع پیشرفته است. فعالیت‌های مدیریت توسعه صنایع پیشرفته در قالب چهار برنامه اصلی شامل: توسعه هماهنگ کارآفرینی، گسترش

نوآوری و برنامه توسعه مراکز کسب و کار کوچک (SBDC)و توسعه D&F در شرکت‌های تحت پوشش سازمان، از ابتدای سال ۱۳۸۲ آغاز شد. یکی از مهمترین عوامل در توسعه صنعتی نوآوری، کاربردی کردن ایده‌های نو و طرح‌های جدید در صنعت می‌باشد که در این راستا برنامه گسترش نوآوری با هدف تبدیل ایده به محصول با اتکا به منابع سرمایه‌ای و خلاقیت محققان و افراد صاحب ایده تدوین شده که در این حوزه تاکنون ۳۶ پروژه تعریف شده که تعداد ۲۵ پروژه خاتمه یافته و یا در حال خاتمه و تهیه PES بوده‌اند. از این ۳۶ پروژه، ۱۷ پروژه در راستای توسعه مراکز کسب و کار کوچک، ۱۰ پروژه در راستای نوآوری و ۹ پروژه در راستای کارآفرینی صورت گرفته است.

از آن جا که ورودی‌های سازمان در فرآیندهای توسعه کارآفرینی و نوآوری در صنایع پیشرفته ناکافی به نظر می‌رسید، در جریان فرآیند راه‌اندازی و ایجاد مراکز توسعه کسب و کار کوچک تفاهم‌نامه‌هایی مبادله شد. ستاد SBDC در چند دانشگاه شکل گرفت که در این ستادها تعداد و نوع پروژه و سقف مالی مورد نیاز آنها تعیین شده و هدف نهایی آن تهیه PFS یا FS و ورود به فرآیند سرمایه‌گذاری به‌وسیله شرکت‌های تخصصی می‌باشد.

در مقایسه‌ای که بین پروژه‌های جاری و خاتمه یافته در حوزه زیست‌فناوری صورت گرفته است، به‌طور مختصر به چند طرح از چهار برنامه اصلی اشاره می‌گردد:

درخصوص کارآفرینی می‌توان به طرح تولید ۲ میلیون قطعه آبزیان تری‌پلوئید اشاره کرد که هدف از این طرح، پرورش بچه ماهیان تری‌پلوئید است که دارای رشد و نمو به مراتب بالاتری نسبت به ماهیان عادی (۳۰ برابر) هستند. این روش تولید به علت تغییر در متابولیسم و اندام‌های ماهی موجب کاهش طول دوره رشد، افزایش ضریب رشد و کاهش هزینه‌ها می‌گردد. مجری این طرح، شرکت قزل کوثر بوده است.

تولید گل رز پایه کوتاه در سطح ۵۰۰۰ متر مربع گل‌خانه، مورد دیگری است که هدف از این پرورش نیز ترویج و گسترش تولید گل‌های زینتی و روش‌های نوین تولید محصولات کشاورزی است.

از نظر نوآوری می‌توان به طرح بررسی آزمایشگاهی عوامل مؤثر در تولید اسید کلاولانیک و تدوین دانش فنی تولید آنتی بیوتیک اشاره کرد. یکی از راه‌های مبارزه باکتری‌ها یا آنتی بیوتیک‌های بتالاکتام، تجزیه و غیرفعال کردن آنها به کمک آنزیم بتالاکتاماز است و در اثر مطالعات گسترده مشخص شده است که برخی از آنتی بیوتیکهای بتالاکتام مقاومت بیشتری نسبت به بقیه در برابر بتالاکتاماز دارد و اسید کلاولانیک از جمله کارآمدترین آنتی بیوتیک‌های مقاوم به بتالاکتاماز است که در حال حاضر از خارج کشور وارد می‌شود.

در مورد فعالیت‌های SBDC می‌توان به تولید کیتین از پوست میگو اشاره کرد، که به دلیل استفاده زیاد آن در فعالیت‌های صنعتی و پزشکی و دامنه رو به فزونی آن ارزش فوق‌العاده‌ای ایجاد می‌کند.

**ب) وزارت جهاد کشاورزی**

براساس گزارش‌های سازمان ملل، حدود ۱۴درصد از جمعیت جهان دچار فقر غذایی هستند که تا سال ۲۰۲۰ این تعدادبه یک میلیارد نفر خواهند رسید. تخریب روزافزون جنگل‌ها، مراتع و فضای سبز، گسترش بیابان‌ها، نابودی گونه‌های متنوع گیاهی و جانوری، مقاوم‌شدن آفات و عوامل بیماری‌زا به سموم، و بروز بسیاری مسائل جدی دیگر هر روز ابعاد گسترده‌تری می‌یابد. از سوی دیگر، بشر با استفاده نسبتاً کامل از امکانات موجود، امروزه برای افزایش تولیدات کشاورزی با محدودیت منابع روبروست. در چنین شرایطی، فناوری‌هایی مورد نیازند که قابلیت تولید گیاهان، دام‌ها و به‌طور کلی موجوداتی با ویژگی‌های برتر را داشته باشند. گیاهانی با قابلیت تحمل تنش‌های زیستی و به‌طور خاص شوری و خشکی تولید کنند. دام‌ها را به شیوه‌ای دقیق و کیفی در مقابل بیماری‌های مهلک ایمن کنند و در نهایت امنیت غذایی و به تبع آن امنیت اقتصادی و اجتماعی را به ارمغان آورند. در همین راستا در وزارت جهاد کشاورزی، ۱۰ مؤسسه و مرکز تحقیقات (در سال ۱۳۸۵) در زمینه زیست‌فناوری فعالیت می‌کنند که و در پایان برنامه پنجم به ۲۰ مرکز افزایش خواهند یافت. این موسسات، پروژه‌های تحقیقاتی کاربردی و توسعه‌ای را در دست اجرا داشته و یا به اتمام رسانده‌اند، که نتیجه آن ثبت سالانه ۴۰ مقاله علمی پژوهشی خارجی (ISI) و ۱۰ مقاله علمی پژوهشی داخلی می‌باشد. تعداد این مراکز در پایان برنامه چهارم به ۲۰ مرکز و تعداد مقاله‌های علمی - پژوهشی خارجی و داخلی بترتیب به ۸۰ و ۳۰ مقاله خواهد رسید.

تهیه آنتی‌بادی‌های مونوکلونال علیه آنتی‌ژن‌های سرخک، برونشیت طیور، پروتئین F ویروس نیوکاسل، پروتئین H ویروس طاعون گاوی، مولکول نئوپترین و مرفین از دیگر اقدامات انجام شده است.

**ج) وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی**

فعالیت‌های صورت گرفته در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در راستای زیست‌فناوری شامل مطالعه و پژوهش در زمینه فرآورده‌های بیولوژیکی، تشخیصی و دارویی، مطالعه و پژوهش در زمینه روش‌های ژنتیکی، تشخیص و درمان بیماری‌ها، تولید پروتئین‌های نو ترکیب، تولید پادتن‌های تک دودمانی، تولید واکسن‌ها و داروهای جدید می‌باشد.

**۴-۵-۶. آموزش و توسعه سرمایه انسانی در زمینه بیوتکنولوژی**

منظور از آموزش، تربیت نیروی انسانی متخصص، محقق و ماهر مورد نیاز در رشته‌های مختلف است که مرتبط با زیست‌فناوری هستند. همچنین آموزش، شامل ارتقاء نیروی انسانی موجود، تشکیل دوره‌های کوتاه‌مدت، تقویت مراکز آموزشی موجود، ایجاد تسهیلات ویژه برای جذب اساتید برجسته خارجی، ایجاد تسهیلات ویژه برای رفت و آمدهای اعضاء هیئت علمی به خارج به‌منظور کسب اطلاعات روز جهانی و... نیز می‌شود.

**۵-۵-۶. تولید محصولات بیوتکنولوژی**

به‌طور کلی تولید انبوه محصولات زیست‌فناوری پس از اخذ نتایج تحقیقات بنیادی و کاربردی بر روی فرآورده‌های مورد نظر، بررسی‌ها و مطالعات اقتصادی با توجه به نوع فرآیند، مواد و تجهیزات مورد استفاده، بهره‌دهی حجمی فرآورده (مقدار فرآورده در واحد حجم یا واحد سطح و واحد زمان) و سپس بهینه‌سازی فرآیند تولید در مقیاس آزمایشگاهی، شروع می‌شود. همچنین لازم است به‌طور همزمان آزمایش‌های اولیه بر روی حیوانات و انسان‌های داوطلب برای فرآورده‌های دارویی انجام شود و برای سایر فرآورده‌هایی هم که به نوعی وارد محیط‌زیست می‌شوند استانداردهای ایمنی زیستی که خطرات ناشی از ورود این محصولات را در طبیعت به حداقل می‌رسانند، تدوین گردد. سپس لازم است استانداردهای مربوط به تولید فرآورده، کنترل و تضمین کیفیت آن مدون شده و مجوزهای لازم برای تولید آن در کشور با رعایت کلیه قوانین و مقررات ایمنی زیستی و اخلاقی اخذ شود. به اختصار، تولیدات زیست‌فناوری در بخش‌های مختلف شامل موارد زیر است:

الف) تولید در بخش پزشکی شامل تولید داروهای مختلف، واکسن، سرم، آنتی ژن، آنتی بادی نشانگرهای DNA، کیت‌های تشخیصی و...،

ب) تولید مواد بیولوژیکی در بخش صنایع شیمیایی...،

ج) تولید در بخش صنایع غذایی (با استفاده از زیست‌فناوری) برای تولید آنزیم‌های غذایی، رنگ‌های میکروبی نشاسته، پروتئین تک یاخته، محصولات لبنی، نوشابه‌های تخمیری، مخمرها،... گذاشته شوند،

د) تولید در بخش معدن و...،

هـ) تولید انواع کودهای بیولوژیک، علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و غیره برای استفاده در بخش کشاورزی که به حفظ محیط‌زیست کمک کرده و خطرات کودهای شیمیایی، سموم و سایر مواد مصرفی کنونی را نداشته باشد.

و) تولید در بخش کشاورزی که محصولات اولیه را به‌منظور کمک به امنیت

غذایی به بار می‌آورد و شامل موارد زیر می‌باشد:
• کشت بافت انواع گیاهان زراعی، باغی، جنگلی، مرتعی، دارویی و غیره،
• اصلاح بذر نباتات مختلف،
• تولید ارقام مقاوم به شرایط اقلیمی مختلف،
• تولید محصولات ترانس ژنیک کشاورزی.

در طی سال‌های گذشته خصوصاً در سال‌های اخیر، فعالیت‌هایی در جهت تولید فرآورده‌های زیست فناوری خصوصاً در مؤسسه‌های رازی، پاستور، پژوهشکده بیوتکنولوژی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، و دانشگاه‌های تربیت مدرس و شریف صورت گرفته است. مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، قدیمی‌ترین مجموعه تحقیق و تولید بیوتکنولوژی در منطقه خاورمیانه و بزرگترین مؤسسه تحقیقاتی زیست‌فناوری در ایران می‌باشد. هم‌اکنون ارزش تولیدات زیست‌فناوری این مؤسسه به قیمت‌های جهانی(UNICEF) بیش از ۲۰۰ میلیون دلار است که علاوه‌بر تأمین نیاز داخلی، به کشورهایی مانند اردن، لیبی و غیره نیز صادر می‌شود، همچنین تمام علم زیست‌فناوری آن داخلی بوده و به برخی کشورهای اروپایی مانند سوئیس، دانش فنی زیست‌فناوری صادر کرده است. این مؤسسه بیش از ۶۰ نوع فرآورده بیولوژیک و بیش از ۲/۵ میلیارد دوز واکسن و سرم به ارزش بیش از ۲۵۰ میلیون دلار تولید می‌کند (مشروح مذاکرات گزارش‌های شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم؛ گزارش زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران در یک نگاه).

**۶-۵-۶. دستاوردهای زیست‌فناوری در کشور در حوزه‌های مختلف**

**الف) برخی از دستاوردهای پژوهشی کشور در راستای اجرای سند ملی زیست‌فناوری از سال ۱۳۸۵ به بعد در زمینه پزشکی**

• راه‌اندازی نخستین مجتمع تولید داروهای نوترکیب در خاورمیانه.
• تولید واکسن هپاتیت B، تولید اینترفرون آلفا، تولید اینترفرون بتا، تولید اریتروپوئیتین، تولیدG-CSF، تولید کیت تشخیص ایدز (HIV, HCV, HBS) تولید HTLV-I,II، طراحی و ساخت کیت‌های PCR برای تشخیص بیماری‌های عفونی و غیر عفونی، تهیه و تولید آنتی بادیهای مونو کلونال ضد ایمونو گلوبینM و ایمونو گلوبین G انسانی با استفاده از تکنولوژی هیبریداسیون سلولی و تهیه آنتی بادیهای مونو کلونال (مورفین، HCG، مالاریا).
• شروع فعالیت خط تولید سه داروی نو ترکیب در مرکز تولید داروهای نوترکیب (اینترفرون آلفا، اریتروپوئتین، استرپتوکیناز).
• فعالیت بخش خصوصی در تولید داروهای نو ترکیب مانند: اینترفرون آلفا،

اریترو پویتین، اینترفرون بتا، اینترفرون گاما، هورمون رشد.
• ایجاد بیش از ۱۲ مرکز تشخیص قبل از تولد و ژنتیک پزشکی در کشور و ایجاد شبکه مراکز تشخیص پیش از تولد.
• تشخیص پیش از تولد تالاسمی و انجام بیش از ۸۰۰۰ تشخیص پیش از تولد و بیش از ۲۰۰۰ سقط درمانی.
• تعیین هویت مولکولی وتهیه کارت هویت با روش زیست‌فناوری در کشور (نیروهای انتظامی، شهدا و زندانیان سابقه‌دار)- شروع سال ۱۳۸۵.

**طرح‌های در دست اجرا**

• تکثیر سلول‌های بنیادی بند ناف به‌منظور درمان افراد سرطانی
• تبدیل سلول‌های بنیادی میزان شیمی به سلول‌های قلبی، عصبی و استخوانی
• تبدیل سلول‌های میزان شیمی به سلول‌های عصبی
• تولید سلول استخوانی با استفاده ازسلول‌های بنیادی میزان شیمی
• درمان ضایعات نخاعی از طریق سلول شوان (معالجه ۹ بیمار)
• تولید داروی کنترل کننده ایدز(Imod)
• تولید داروی (Angipars) برای درمان زخم پای دیابتی
• تولید داروی نوترکیب ایترفرون گاما-ب۱ انسانی با نام تجاری گاما ایمونکس
• تولید داروی نوترکیب پگافرون برای درمان هپاتیت C
• پیوند سلول‌های بنیادی به قلب
• تولید موش ترانس ژنیک که در شیر خود داروی کلسیتونین را با کمک آغازگر گوسفندی تولید می‌کند.
• شروع برنامه پیشگیری از بیماری PKU در کشور(۱۳۸۶)،
• شروع بیش از ۸ طرح در زمینه ژن درمانی(مرحله تحقیقاتی).

در مجموع ۹۰درصد فعالیت زیست‌فناوری که به وصول درآمد منجر شده، مربوط به صنایع زیست‌فناوری پزشکی است؛ یعنی مربوط به حوزه درمان است که مردم به آن نیاز دارند.

**ب) برخی از دستاوردهای پژوهشی کشور در راستای اجرای سند ملی زیست‌فناوری در سال ۱۳۸۵ در زمینه کشاورزی**

• تولید ۴/۵ میلیون مینی تیوبر سیب‌زمینی از ارقام تجاری (انجام برنامه خودکفایی تولید ریز غده سیب‌زمینی برای تأمین بذر عاری از ویروس)
• تولید کود زیستی (فسفاته، ازته و...)
• تولید ۵۰۰۰ پایه مالینگ سیب از MM111 وMM106
• تولید ۴۰۰ هزار نهال خرما
• تولید ۳۰۰۰ اصل نهال پسته از طریق کشت بافت

• دستیابی به پروتکل تکثیر انبوه برخی انواع پسته از طریق کشت بافت
• تدوین برنامه راهبردی تحقیقاتی مدیریت بیماری جاروک لیمو ترش در کشور
• دستیابی به پروتکل تکثیر برخی از انواع خرما از طریق کشت بافت
• دستیابی به ۱۰ مورد دانش فنی در زمینه تولید کودهای آلی و بیولوژیک (میکوریزا، ازتوباکتر، باکتری‌های تیوباسیلوس، ریزوبیوم)
• دستیابی به دانش فنی تولید انبوه گیاه سکویا از طریق کشت بافت
• تولیدآزمایشگاهی قند رژیمی از ضایعات شیر (اولین قند رژیمی تولیدی در ایران)
• تولید آزمایشگاهی داروی ضد سرطان(تاکسول) از گیاه بومی سرخدار
• تولید آزمایشگاهی چغندر قند تراریخت مقاوم به بیماری رایزومانیا و بیماری‌های گیاهی
• تولید آزمایشگاهی سیلی مارین داروی ضد هپاتیت از گیاه خار مریم،
• تولید آزمایشگاهی مواد غذایی غنی شده با جلبک‌های میکروسکوپی تولید شده در فتوبیوراکتور
• تولید گیاه پنبه ترا ریخت نسل دوم و سوم مقاوم به آفات و بیماری‌ها، آماده آزمون‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای
• تولید آزمایشگاهی گیاه کلزا ترا ریخت مقاوم به علف‌کش و بیماری‌های گیاهی،
• تولید برنج ترا ریخت مقاوم به آفات آماده برای گذراندن مراحل اخذ مجوز ایمنی زیستی
• دریافت گواهی مدیریت کیفیت ISO 9001
• تولید فرآورده بیو لوژیک (آگار) از جلبک
• تعیین فرمولاسیون استارترهای تولید ماست و ارائه به کارخانه پاک
• ساخت ۱ عدد فتو بیوراکتور جدید در مقیاس آزمایشگاهی و ثبت اختراع
• تولید نیمه انبوه ارقام زعفران از طریق کشت بافت
• تولید نیمه انبوه برخی گیاهان دارویی و جنگلی مثل خار مریم و....

**ج) برخی از دستاوردهای پژوهشی کشور در راستای اجرای سند ملی زیست‌فناوری از سال ۱۳۸۵ به بعد در زمینه دامپزشکی**

• تولید ۸ مورد واکسن ضد بیماری‌های دامی
• تولید انبوه سویه ضد طاعون پستانداران تحت عنوان PPDگاوی
• تولید انبوه سویه جدید واکسن تب‌برفکی (تبدیل واکسن سه‌گانه به واکسن چهارگانه)
• تولید واکسن MMR
• تولید ۱۵ مورد کیت‌های تشخیص بیماری‌های دام و طیور
• تولید بیش از ۲/۵ میلیارد دوز واکسن و سرم(دام و طیور) به ارزش سالانه

بیش از ۲۵۰ میلیون دلار
• تهیه آنتی بادی‌های مونو کلونال برعلیه آنتی ژن‌های سرخک، برونشیت طیور پروتئین F ویروس نیو کاسل، پروتئین H ویروس طاعون گاوی و مولکول نئوپترین
• تولید آزمایشگاهی سویه جدید RS12 واکسن اوریون (در مرحله QC)
• تولید واکسن ضد تب مالت یا بروسلوز گاوی (ایریبا) در مراحل صدور مجوز سازمان دامپزشکی جهت عرضه به بازار
• دستیابی به دانش فنی Razi S12
• تولید واکسن ضدطاعون نشخوارکنندگان بنام P.P.R (مراحل آزمایشات میدانی)
• تولید ۱۰مورد واکسن دام و طیور شامل: پاستورلوز گاوی، سندرم کاهش تخم مرغ، گامبورو، لپتوسپیرا، لیشمانیا، ضد شاربن، واکسن یگانه و دوگانه نیوکاسل، آنفولانزای روغنی و MMR}
• فروش دانش فنی Razi S12 به کشور سوئیس
• نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از فرمانتورهای بزرگ ساخت داخل در تولید واکسن تب برفکی
• تولید نیمه صنعتی GnRH برای تکثیر انواع ماهی‌ها
• تولید آزمایشگاهی کیت تشخیص لکه سفید میگو
• دستیابی به دانش فنی هورمون رشد انسانی(در مرحله ارزیابی مراجع ذیصلاح).

**د) برخی از پروژه‌های پژوهشی کشور در راستای اجرای سند ملی زیست‌فناوری در سال ۱۳۸۵ در زمینه صنعت**

• انتقال تکنولوژی، طراحی و ساخت پایلوت تولید لیزین و PVA،
• تولید صنعتی لیزین فاز ۱
• تولید صنعتی لیزین فاز ۲
• تولید محیط‌های کشت مورد استفاده در فرآورده‌های بیوتکنولوژی
• تولید اسید سیتریک با استفاده از بیوتکنولوژی
• جدا سازی و تولید دو نوع آنزیم صنعتی آلفا آمیلاز مختلف جهت استفاده در صنعت نشاسته و نساجی
• بررسی و طراحی نمونه آزمایشگاهی تکنولوژی فرمانتور صنعتی ۱۰۰ لیتری و ۵ لیتری
• مطالعه، تحقیق، طراحی و آزمایش فرآیند تولید شربت خرما با درصد فروکتوز بالا به روش بیو تکنولوژی.

**هـ) برخی از پروژه‌های پژوهشی کشور در راستای اجرای سند ملی زیست‌فناوری در سال ۱۳۸۵در زمینه محیط‌زیست**

• بازیافت بیولوژیکی سولفور از جریانات فاز مایع(در سطح آزمایشگاهی)

• مطالعه و بررسی تولیدPHB از گاز طبیعی در مقیاس آزمایشگاهی
• حذف بیو کاتالیتیک گوگرد (ترموفیلیک) از برش نفت و گاز
• حذف بیوکاتالیتیک گوگرد از برش بنزین در مقیاس آزمایشگاهی
• بررسی امکان استفاده از میکروارگانیسم‌ها در کراکینگ خوراک آیزوماکس،
• مطالعه و بهینه سازی عملکرد سیستم تصفیه بیولوژیکی پساب پالایشگاه تبریز،
• بررسی پتانسیل تجزیه میکروبی ترکیبات نفتی در خاک‌های آلوده با استفاده از روش‌های ژنتیک مولکولی،
• لجن‌زدایی میکروبیولوژیک مخازن نفت خام،
• احیاء و اصلاح خاک‌های آلوده به مواد نفتی به روش بیولوژیکی در مقیاس پایلوت صحرایی،
• بررسی زیست سنجش ماده MTBE روی زنجیره غذایی در اکوسیستم آب‌های شیرین،
• بررسی مطالعاتی و نصب پایلوت بیوفیلتر برای کاهش آلودگی هوا با تأکید بر حذف H13 از هوای آلوده،
• بررسی آزمایشگاهی و میدانی ازدیاد برداشت نفت با استفاده از میکروارگانیسم‌ها (MEOR)،
• ترازیابی فناوری‌های نانو و زیستی منتخب در محیط‌زیست،
• ارائه تکنولوژی سبز جهت ارسنیک از آب‌های آشامیدنی آلوده،
• رفع آلودگی از خاک‌های آلوده به مشتقات نفتی به روش زیستی،
• بررسی‌وطراحی‌نمونه‌آزمایشگاهی‌تکنولوژی‌فرمانتورصنعتی۱۰۰لیتری‌و۵لیتری،
• جداسازی و تولید دو نوع آنزیم صنعتی آلفا آمیلاز مختلف جهت استفاده در صنعت نشاسته و نساجی.

**و)دستاوردهای کشور در زمینه توسعه زیر ساخت زیست‌فناوری**

از نظر پتانسیل موجود در زیرساخت کشور، می‌توان به فعالیت ۱۲۰ دانشگاه، بیش از ۴۰ پژوهشگاه و مرکز تحقیقاتی و ۱۲۸ مرکز خصوصی در زمینه زیست‌فناوری اشاره کرد که بخشی از آن به شرح ذیل می‌باشد:

• راه‌اندازی مجتمع تولید داروهای نوترکیب در خاورمیانه در سال ۱۳۸۵،
• اقدامات مقدماتی ایجاد پارک بیوتکنولوژی در کشور در سال ۱۳۸۶،
• آمادگی راه‌اندازی سیستم مولکولار بیولوژی در تشخیص بیماری‌های ویروسی دام، طیور و آبزیان در ۱۱ منطقه کشور،
• اقدامات اولیه برای تشکیل شهرک علم و فناوری پژوهش در سال ۱۳۸۶،
• ایجاد شبکه‌های پژوهشی ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی تحقیقاتی داخلی و بین‌المللی شامل؛ شبکه بیوتکنولوژی پزشکی، شبکه پزشکی مولکولی، شبکه

سلول‌های بنیادی، شبکه منطقه‌ای ژنومیکس و بیوتکنولوژی (سازمان جهانی بهداشت EMRO)، شبکه بیوتکنولوژی کشاورزی، شبکه گیاهان دارویی، شبکه مراکز بیوتکنولوژی کشاورزی کشورهای عضو اکو (ECO- ABN)،

- مرکز زیست مواد دانشگاه تهران (در حال شکل‌گیری)،
- مرکز زیست‌فناوری دانشگاه اصفهان (در حال شکل‌گیری)،
- مرکز زیست‌فناوری دانشگاه ارومیه (در حال شکل‌گیری)،
- مرکز زیست‌فناوری دانشگاه شیراز (در حال شکل‌گیری)،
- مرکز زیست‌فناوری دانشگاه شهرکرد (در حال شکل‌گیری).

حمایت دولت از زیست‌فناوری، برنامه‌ریزی مناسب برای توسعه همه‌جانبه زیست‌فناوری، اختصاص بودجه مناسب برای آموزش، پژوهش و تولید، حداقل در دو برنامه توسعه کشور، حفظ نیروهای انسانی متخصص، تشویق و حمایت از سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، حمایت از سرمایه‌گذاری خارجی، جذب سرمایه و نیروی انسانی متخصص و سرمایه‌گذاری مناسب و ویژه در زیرساخت‌ها از عوامل مؤثر بر توسعه زیست‌فناوری می‌باشند. برای فعالیت در حوزه زیست‌فناوری محدودیت‌های زیادی وجود دارد که اجازه نمی‌دهد متخصصین وارد فعالیت در این حوزه شوند و اگر این افراد در این فناوری‌ها وارد نشوند، هیچ شخصی حاضر نیست، روی این فناوری‌ها سرمایه‌گذاری کند چون این فناوری‌ها برای سرمایه‌گذاری خطرپذیر هستند.

حداکثر عمر صنایع زیست‌فناوری ۵ سال است. اگر ظرف ۵ سال یک فناوری در زمینه زیست‌فناوری به تولید نرسد و از آن استفاده نشود، سرمایه از بین می‌رود. این فناوری در عین اینکه زود بازده است، خیلی سریع هم عوض می‌شود؛ به همین جهت توجه ویژه جمعی دستگاه‌ها را می‌طلبد (گزارش زیست‌فناوری جمهوری اسلامی ایران در یک نگاه؛ مشروح مذاکرات گزارشات شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم).

**۷-۵-۶. بررسی تطبیقی وضعیت موجود و مطلوب در زمینه زیست‌فناوری**

**الف) وضعیت زیست‌فناوری در بخش تولید**

تعداد فرآورده‌های تولیدی کشور که به فناوری مربوط می‌شوند، ۹۲ فرآورده است. وزارت بهداشت در زمینه داروهای نو ترکیب پیشرفت خوبی داشته است. در حال حاضر ۴ الی ۵ داروی نو ترکیب در بازار وجود دارد. ارزش فرآورده‌هایی که در کشور تولید می‌شود، تاکنون بیش از ۴۰۰ میلیون دلار است که باید به ۱۲۰۰میلیون دلار تا پایان برنامه پنجم برسد. وضعیت صادرات کشور مناسب نیست و باید ارتقا پیدا کند. ۲۳۵ شرکت اعم از دولتی و خصوصی در این زمینه فعال هستند. با برنامه‌ریزی و حمایت‌های مناسب

باید شرکت‌های خصوصی فعال در این زمینه پیشرفت کنند. در حال حاضر بخش خصوصی ۴۵ درصد تولیدات را انجام می‌دهد و باید تولیدات آنها طبق سند زیست‌فناوری به ۸۵-۷۵ درصد برسد. فعلاً بیش از ۱۱ شرکت اصلی و ۱۱ شرکت نوبنیاد، کود زیستی و سموم بیولوژیک تولید می‌کنند. با حمایت‌های انجام شده از بخش خصوصی کشور در زمینه مینی تیوبر عاری از ویروس بی‌نیاز شده است (جدول ۵).

جدول ۵ .وضعیت موجود و مطلوب زیست‌فناوری در زمینه تولید مطابق با سند ملی زیست‌فناوری

| ردیف | شرح فعالیت | وضع موجود پایان سال ۱۳۸۵ | برنامه چهارم | برنامه پنجم |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | تعداد فرآورده‌های تولیدی | بیش از ۹۲ درصد برآورده | - | - |
| ۲ | ارزش فرآورده‌ها | بیش از ۴۰۰ میلیون دلار | ۶۰۰ میلیون دلار | ۱۲۰۰ میلیون دلار |
| ۳ | صادرات | ناچیز | ۳۰٪ فرآورده‌های تولیدی | ۵۰٪ فرآورده‌های تولیدی |
| ۴ | تعداد شرکت‌های تولید کننده | بیش از ۳۰ شرکت | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| ۵ | بخش خصوصی | حدود ۵۵ درصد تولیدات | عهده‌دار ۷۵ درصد تولیدات | عهده‌دار ۸۵ درصد تولیدات |

**ب) وضعیت زیست‌فناوری در بخش نیروی انسانی**

در حال حاضر ۳۴۸۸ نیروی متخصص در زمینه زیست‌فناوری در کشور وجود دارد و تا پایان برنامه چهارم ۳۵۰۰ و تا پایان برنامه پنجم ۱۶۰۰۰ نفر متخصص باید در زمینه زیست‌فناوری تربیت شوند؛ به عبارتی کشور از نظر نیروی متخصص ۲۰ نفر متخصص در یک میلیون جمعیت دارد؛ یعنی تقریباً ۱۷۰۰ نفر که این تعداد در میان‌مدت باید به ۵۰ نفر و در بلندمدت باید به ۲۰۰ نفر در یک میلیون برسد. به‌این ترتیب در پایان برنامه پنجم باید ۱۶۰۰۰ نیروی متخصص در حیطه زیست‌فناوری تربیت شوند. عمده تربیت نیرو در این زمینه را وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به عهده دارند. در حال حاضر ۱۲۰ دانشگاه در زمینه زیست‌فناوری فعال هستند و در این رشته، دانشجو و تحقیقات دارند. ۴۰ پژوهشگاه و مرکز تحقیقاتی و ۸۱ مرکز خصوصی هم در این زمینه فعال هستند (جدول ۶).

جدول ۶ .وضعیت موجود و مطلوب زیست‌فناوری در زمینه تربیت نیروی متخصص

| برنامه پنجم | برنامه چهارم | وضع موجود تا پایان سال ۱۳۸۶ | شاخص |
|---|---|---|---|
| ۱۶۰۰۰ نفر | ۳۵۰۰ نفر | ۳۴۸۸ نفر | تعداد نیروهای متخصص(دکتری و فوق لیسانس) |

## ج) وضعیت زیست‌فناوری در حوزه قوانین و مقررات

در ایران در زمینه زیست‌فناوری یک‌سری قوانین عام وجود دارد و قوانین و مقرراتی به‌طور خاص در این زمینه وجود ندارد. یکی از مشکلات اصلی در حوزه زیست‌فناوری در ساختارها و نبود قوانین در این حوزه است و ترمیم و اصلاح بعضی از قوانین و مقررات می‌تواند مشکل بزرگی را در این زمینه درکشور حل کند (جداول زیر).

جدول ۷. وضعیت موجود و مطلوب زیست‌فناوری در زمینه قوانین و مقررات

(کمیته حقوق، اخلاق و استاندارد ستاد توسعه زیست‌فناوری)

| بلند مدت | میان مدت | وضع موجود | |
|---|---|---|---|
| اجرای استانداردهای زیست فناوری | تدوین استانداردهای جامع | پاره‌ای از استانداردهای زیست فناوری تدوین شده است | استانداردهای ملی محصولات و تجهیزات |
| اعمال قوانین | تدوین، تصویب و اعمال قوانین | دو قانون | قوانین حمایتی |
| اعمال قوانین | رفع ابهامات و نواقص و اعمال قوانین | تصویب شده است | قوانین ایمنی زیستی |
| اعمال قوانین | مرتفع کردن چالش‌های تصویب شده و اعمال قوانین | تصویب شده است | قوانین مالکیت معنوی |

جدول ۸ .وضعیت زیست‌فناوری در بخش ارتقاء زیر ساخت و افزایش ظرفیت

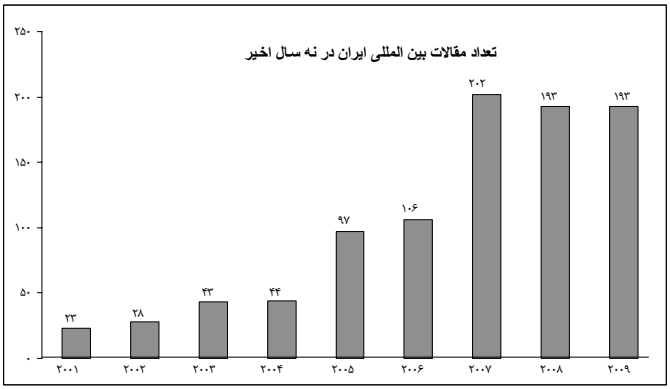
| برنامه پنجم | برنامه چهارم | وضع موجود پایان سال ۱۳۸۵ | شرح فعالیت |
|---|---|---|---|
| تدوین استانداردهای ملی فرآورده‌ها و تجهیزات زیست فناوری | تدوین استانداردهای ملی فرآورده‌ها و تجهیزات زیست فناوری | ۲۳ | استانداردهای ملی فرآورده‌ها و تجهیزات |
| تدوین قوانین و مقررات ملی پایه در راستای حمایت از تولید داخل و صادرات فرآورده ها | تدوین قوانین و مقررات ملی پایه در راستای حمایت از تولید داخل و صادرات فرآورده ها | بسیار اندک | قوانین حمایتی شامل زیست محیطی، گمرکی، بازرگانی وممافیتهای مالیاتی |
| تصویب و اعمال قوانین وضع شده | تصویب و اعمال قوانین وضع شده | الحاق ایران به پروتکل کارتاهنا تصویب قانون ایمنی زیستی | قوانین ایمنی زیستی |
| – | – | ۶ | ایجاد شبکه ملی اطلاعات زیست فناوری کشور |
| تصویب و اعمال قوانین وضع شده | تصویب و اعمال قوانین وضع شده | تدوین شده | قوانین مالکیت فکری |
| هفت برابر وضع موجود | پنج برابر وضع موجود | ۱۸ ارتباط بین المللی بسیار محدود | همکاریهای منطقه ای و بین الملل |
| ثبت حداقل ۱۰٪ نمونه‌ها | ثبت حداقل ۵٪ نمونه‌ها | ۸ | بکار گیری زیست فناوری برای حفظ تنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی |
| ساماندهی وبهره برداری موثر از بانکها و ذخایر ژنی | ساماندهی وبهره برداری موثر از بانکها و ذخایر ژنی | ۱۳ | تعداد مجمو عه‌های سلولی، ژنی و زیست بانکها |

**د) وضعیت پژوهشی با شاخص تعداد مقالات علمی در سال‌های اخیر**

در سند ملی زیست‌فناوری تعداد مقالات داخلی، مقالات نمایه شده خارجی، ثبت اختراعات داخلی و خارجی و طرح‌های در دست انجام و طرح‌های انجام یافته، فعالیت پژوهشی قلمداد شده است. در جدول ۵ شاخص‌های فعالیت پژوهشی و وضعیت آنها در حوزه زیست‌فناوری آمده است که تقریباً یک چشم‌انداز نسبی است.

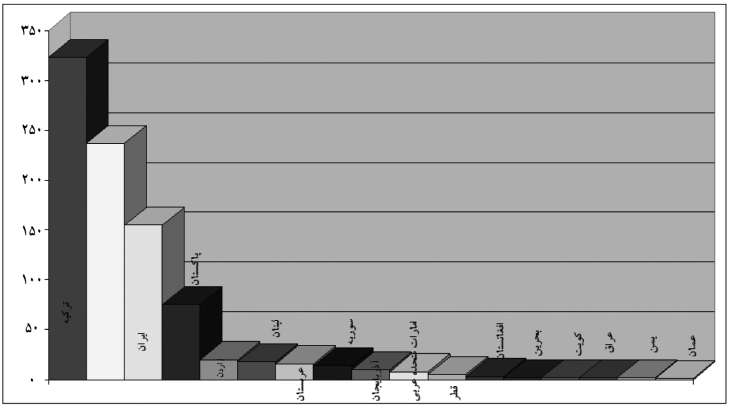
در ادامه مقایسه وضعیت حال با وضعیت گذشته در این زمینه و همچنین مقایسه وضعیت کشور با وضعیت دنیا و منطقه نیز انجام می‌گیرد (نمودارهای صفحه بعد)

نمودار ۵۲ .تعداد مقالات علمی ایران در نه سال اخیر

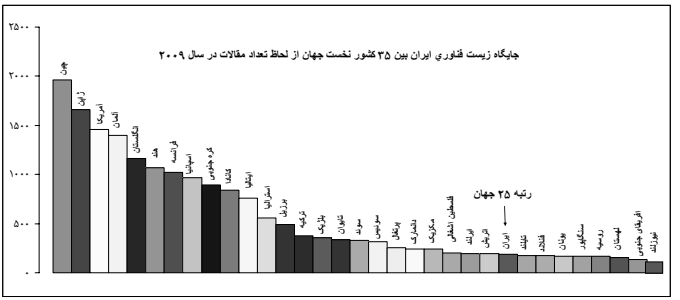



جمهوری اسلامی ایران با انتشار ۱۹۳ مقاله بین‌المللی زیست‌فناوری در سال ۲۰۰۹ با کسب رتبه ۲۵ در جهان و سهم ۱۳درصد از کل مقالات چاپ شده زیست‌فناوری سال ۲۰۰۹ بالاتر از کشورهایی مانند تایلند، فنلاند، کوبا، مالزی، آرژانتین، اسپانیا، یونان، نروژ، سنگاپور، روسیه، لهستان، آفریقای جنوبی و نیوزیلند قرار گرفته است. در بین کشورهای آسیای جنوب غربی ایران پس از ترکیه و فلسطین اشغالی همچنان در مقام سوم قرار گرفته و در بین کشورهای آسیایی پس از ژاپن، چین، کره جنوبی، هندوستان، تایوان و ترکیه جایگاه هفتم را در سال ۲۰۰۹ کسب کرده است (نمودارهای زیر).

نمودار ۵۳. نمودار جایگاه ایران در بین کشورهای آسیای جنوب غرب



نمودار ۵۴ .نمودار جایگاه ایران در دنیا




### ۸-۵-۶. نتیجه‌گیری

در سال‌های قبل از ۱۳۷۹ اگرچه اهمیت و ارزش زیست‌فناوری به عنوان یکی از مهمترین فناوری‌های مورد نیاز درک شده بود، ولی مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در این زمینه تا حدودی جدا از هم و در راستاهای مختلف بودند. از سال ۱۳۷۹ به بعد، با توجه خاص مقام معظم رهبری و تأکیدات مکرر ایشان بر مباحث نهضت تولید علم و فناوری و همچنین دغدغه‌های معظم‌له در ارتباط با شکستن مرزهای علمی کشور به سمت استفاده هوشمندانه از یافته‌های علمی مغرب زمین و طرح ایده‌های نو در قالب نواندیشی علمی، اجماعی کلی در سازمان‌ها، وزارتخانه‌ها، ارگان‌ها و سایر بخش‌ها در فراگیری و پیشبرد علوم و فناوری‌های نوین ایجاد شد. در این بین، فناوری راهبردی زیست‌فناوری، به‌طور خاص مورد توجه قرار گرفت. این فناوری در سند چشم‌انداز بیست‌ساله نیز بسیار مورد توجه و تأکید قرار گرفته است. به دلیل رسیدن به اهداف متعالی سند چشم‌انداز و سازماندهی مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در زمینه زیست‌فناوری، کمیته ملی زیست‌فناوری تشکیل و به تدوین سند ملی زیست‌فناوری پرداخت. شورای عالی انقلاب فرهنگی نیز به تصویب سند راهبردهای زیست‌فناوری مبادرت کرد تا در سطح کلان، مشکلات و مسائل این فناوری مورد توجه قرار گرفته و بستری مناسب برای حل آنها ایجاد شود.

با تصویب اسناد بیان شده و توجه نهادهای مختلف به تأکیدات مقام معظم رهبری در تولید علم، عملاً پیشرفت‌ها و دستاوردهای موفقیت‌آمیز و چشمگیری حاصل شد که در بخش زیرساخت‌ها و دستاوردها به تفصیل بیان شدند. با توضیحی که در بخش وضعیت کشورهای مختلف و شاخص‌ها در زمینه زیست‌فناوری ارائه شد، اهمیت بالای این فناوری در جهان تا حدودی

تبیین گردید. در قسمت وضعیت موجود و مطلوب با مقایسه ساده وضعیت موجود با گذشته، میزان و نرخ پیشرفت انجام شده در سال‌های اخیر به خوبی نمایان می‌شود. رشد ۹۰ درصدی مقالات بین‌المللی زیست‌فناوری طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۷ نشان از به نتیجه رسیدن بیش از پیش مطالعات و پژوهش‌ها در سال‌های اخیر دارد و این امر جایگاه علمی ایران را در زمینه زیست‌فناوری در جهان و در بین کشورهای منطقه به خوبی افزایش داده است. در سال‌های اخیر، میزان صرفه‌جویی ارزی و حتی در برخی موارد ارزآوری ناشی از نتایج زیست‌فناوری بسیار شاخص و قابل توجه بوده است. نیروهای انسانی درگیر و نهادهای متولی زیست‌فناوری و بودجه آنها رشد قابل ملاحظه‌ای داشته‌اند که مقادیر کمی آن در بخش مربوطه بیان شده است. نتایج مطالعات زیست‌فناوری در کشاورزی، پزشکی، دام و طیور، صنایع مختلف، محیط‌زیست و مشابه آن بسیار ملموس و واضح می‌باشد. به نظر می‌رسد که نرخ رشد زیست‌فناوری در سال‌های اخیر مناسب و قابل قبول می‌باشد و در صورت حفظ این نرخ رشد و حتی افزایش آن، رسیدن به شرایط مطلوب، دور از ذهن نمی‌باشد.

در کنار مطالب بیان شده، اگرچه پس از توجه مقام معظم رهبری و تهیه اسناد بیان شده، مشکل عدم وجود برنامه ملی جهت‌دار، دقیق و همه‌جانبه و دید کلان حل شده است، ولی هنوز به نظر می‌رسد مشکلاتی مانند عدم وجود سیستم صحیح D&R در زیست‌فناوری؛ کمبود نیروی انسانی متخصص و مجرب در زمینه زیست‌فناوری؛ ضعف مدیریت صحیح صنعتی در دو بخش دولتی و خصوصی؛ مشکل مالکیت معنوی؛ عدم حمایت و جهت‌گیری مالی لازم به سمت تولید، رفع مشکلات و معضلات اداری و نظارت بر هزینه صحیح (مشکلات جدی تولید)؛ وجود مشکلات سیاسی در زمینه واردات مواد اولیه و صادرات محصولات تولیدی؛ مشکلات جذب سرمایه و تکنولوژی‌های مؤثر، همچنان موجود می‌باشند که حل آنها نیازمند توجه جدی است.

### ۶-۶. حوزه زیست‌محیطی

در حوزه محیط‌زیست، ما با علوم و حوزه‌های مختلفی روبه رو هستیم. در این حوزه فناوری زیستی، فناوری نانو، زمین‌پزشکی، اقتصاد محیط‌زیست، احیاء زیست بوم، زیستگاه‌های حساس ساحلی، طبیعت گردی، مدیریت حیات وحش، کاربرد ICT در محیط‌زیست و ایمنی زیستی مطرح است. در ادامه تلاش می‌کنیم تا کاربرد و دستاوردهای هر کدام از فناوری‌های مطرح در بحث زیست‌محیطی را با توجه به فعالیت‌های سازمان حفاظت محیط‌زیست به عنوان متولی اصلی فناوری زیست‌محیطی کشور، تشریح کنیم.

### ۱-۶-۶. فناوری زیستی و زیست‌محیطی

یکی از تکالیف اصلی سازمان محیط‌زیست، حفاظت از لایه ژنتیکی است. این سازمان روی بحث زیست‌فناوری فعالیت کرده است. بانک ژن یکی از مؤثرترین راه‌های حفاظت از گونه‌های گیاهی و جانوری به‌خصوص گونه‌های در معرض خطر و در حال انقراض است. هدف بانک ژن، نگاهداری مطلوب ذخایر ژنتیکی جانوری و گیاهی و حفظ تنوع زیستی به عنوان سرمایه‌های ملی با استفاده از تکنیک‌های زیست‌فناوری است. در حال حاضر در بانک ژن، ۲۵۲ نمونه از ۱۶ گونه در معرض خطر انقراض گرفته شده است که البته چنین نمونه گیری‌هایی باید گسترش پیدا کند. کشور ما با ۸ هزار گونه جانوری و گیاهی، بالاترین تنوع زیستی را در خاورمیانه دارد که با تمام اروپا قابل مقایسه است؛ اما متأسفانه ژن‌های گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری کشور به خارج برده شده و به اسم آنها ثبت می‌گردد و مالکیت معنوی آن به این کشورها تعلق می‌گیرد. اقداماتی در این رابطه شروع شده است، اما جای کار بسیار زیادی وجود دارد. در بحث زیست‌فناوری نیز در سازمان محیط‌زیست، سه بخش لقاح مصنوعی IVF و کشت سلولی و بانک ژن راه افتاده است. طبق سند ملی زیست‌فناوری، به کارگیری زیست‌فناوری برای حفظ تنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی کشور به سازمان محیط‌زیست محول گردیده است. در این راستا کارگروه تخصصی زیست‌فناوری در سازمان تشکیل و نسبت به تدوین اولویت‌های تحقیقاتی و برنامه عملیاتی اقدام کرده است و آزمایشگاه‌های تخصصی ژنتیک مولکولی گیاهی و جانوری، بخش نگهداری نمونه‌های بیولوژیک و بخش کشت بافت جانوری بیولوژیک تجهیز و راه‌اندازی شده است. تاکنون در زمینه مطالعه تنوع ژنتیکی و مدیریت جمعیت بر روی گونه‌های گوزن قرمز (مرال)، گوزن زرد ایرانی، و آهوی غرب ایران پژوهش شده است و گونه‌های پلنگ، خرس قهوه‌ای، خرس سیاه، میش مرغ، تمساح پوزه کوتاه ایرانی، گورخر، ماهی آفانیوس گنواتزیس، قوچ و میش، کل، بز و ۴ گونه گیاهی در دست بررسی می‌باشند. همچنین بخش‌های انجماد سلولی (cell line) برای نگهداری طولانی نمونه‌های بیولوژیک جانوری، اسپرم، تخمک و جنین راه‌اندازی شده است. بخش بانک بذر (seed bank) برای نگهداری نمونه‌های گیاهی در معرض خطر انقراض و تهدید در مناطق حفاظت شده و بخش I.V.F جهت امکان تکثیر در اسارت گونه‌های در معرض خطر انقراض جانوری در حال تجهیز می‌باشند.

### ۲-۶-۶. فناوری نانو و زیست‌محیطی

یکی از مهمترین اهداف سازمان حفاظت محیط‌زیست، حذف مواد سمی

و خطرناک از چرخه طبیعت است. مواد سمی معمولاً از اتم‌هایی تشکیل شده‌اند که خودبه خود مضر نیستند، بلکه نحوه اتصال این اتم‌ها به یکدیگر مواد سمی را به وجود می‌آورد. اگر بتوان وسیله‌ای ساخت که مشابه ریزجاندارانی مانند ویروس‌ها در مقیاس اتمی قادر به تغییر اتصالات اتم‌ها در مولکول باشد، می‌توان به سهولت و با قیمت ارزان مواد سمی را خنثی کرد، یا حتی با اندکی تغییر، محصولات مفیدی از آنها به دست آورد. برخی مواد سمی، حاوی عناصرِ مضری از قبیل جیوه، سرب، آرسنیک و کادمیوم هستند. این عناصر معمولاً حین استخراج مواد معدنی مختلف تولید می‌شوند. با بهره‌گیری از دانش و فناوری نانو، می‌توان از خروج این عناصر در محیط طبیعی جلوگیری و همچنین در حل معضلات زیست‌محیطی گام مؤثری برداشت. تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم فناوری نانو بر محیط‌زیست، از جنبه‌های مختلف قابل بررسی است. در حال حاضر، می‌توان موارد متعددی از کاربرد مواد نانوساختاری در حفظ محیط‌زیست، از قبیل نانوفیلترها (برای تصفیه پساب‌های صنعتی)، نانوپودرها (برای تصفیه گازهای آلاینده خروجی از خودروها و واحدهای صنعتی) و نانوتیوب‌ها (برای ذخیره‌سازی سوخت کاملاً تمیز هیدروژن) را برشمرد، اما دورنمای استفاده از این فناوری نوین بسیار گسترده‌تر است.

## کاربرد مواد نانوساختاری در حفظ محیط‌زیست

### - نانوپلیمرهای متخلخل

هنگامی که آلاینده‌های آلی آب گریز از طریق آب وارد خاک می‌شوند، به راحتی به‌وسیله ذرات جامد غیرمحلول در آب جذب و از آب جدا می‌شوند. پدیده جذب و دفع این‌گونه آلاینده‌ها از آب به خاک و از خاک به هوا بسیار پیچیده است و به عوامل متعددی از قبیل حلالیت در آب، آب موجود در شبکه خاک و رقابت اجزای مختلف خاک برای جذب این ذرات بستگی دارد. هنگامی که بیش از یک مولکول آب‌گریز در محیط وجود داشته باشد، مولکول‌های آلاینده به جسمی متصل می‌شوند که از لحاظ شیمیایی بیشترین شباهت را به آنها داشته باشد. به همین دلیل نانوپلیمرهای متخلخل که شباهت زیادی به مولکول‌های مواد آلاینده دارند، مناسب‌ترین وسیله برای جداسازی این نوع آلاینده‌های آلی از آب و خاک به شمار می‌روند. به‌طور کلی کاربردهای زیست‌محیطی این نانوساختارها عبارتند از:

۱ . جداسازی آلاینده‌های آلی از آب آشامیدنی،

۲ . تصفیه پساب‌های واحدهای صنعتی مانند نیروگاه‌های هسته‌ای برای استفاده مجدد از آنها،

۳ . پاک‌سازی منابع آبی آلوده شده به مواد نفتی،
۴ . پاک‌سازی منابع آب زیرزمینی از آلاینده‌های آلی،
با توجه به این که نانوپلیمرهای متخلخل به کرات مورد استفاده قرار می‌گیرند، هزینه‌های تصفیه به مراتب کمتر می‌شود.

**- کاتالیست‌های زیست‌محیطی**

از زمینه‌های دیگر کاربردهای مواد نانوساختاری، استفاده از آنها به عنوان کاتالیزورهای زیست‌محیطی برای تصفیه خروجی اگزوز اتومبیل‌ها و پالایش آب و هواست. کاتالیزورهای رایج که اغلب پایه پلاتین دارند، اگرچه بازده‌شان کافی است، اما بسیار گران‌قیمت‌اند. به همین جهت کاتالیزورهای نانوساختاری به عنوان جایگزین‌های ارزان‌قیمت کاتالیزورهای یاد شده مورد توجه قرار گرفته‌اند.

**- پلیمرهای زیستی**

از نانوساختارهایی مانند پلیمرهای زیستی می‌توان برای تولید تراشه‌های الکترونیکی استفاده کرد. طبق اطلاعات موجود، برای تولید هر گرم ریزتراشه ۳۲ مگابایتی، به مصرف ۸۵ گرم سوخت فسیلی و مواد شیمیایی و ۱۶ کیلوگرم آب نیاز است. با استفاده از فرایندهای نانو می‌توان شیوه مرسوم در تولید تراشه‌های نیمه هادی را تا حد بسیار زیادی بهبود بخشید. علاوه بر این، استفاده از فناوری نانو منجر به تولید مواد بی‌خطر به جای مواد سمی می‌شود.
برای مثال، نمایش‌گرهای ساخته شده از مواد نانوساختار، بسیار کم‌خطرتر از انواع مشابه ساخته شده از لوله‌های اشعه کاتدی (که حاوی مواد سمی‌اند) است و راندمان بالاتری هم دارد. نمایشگرهای ساخته شده از کریستال مایع، ضمن کوچک بودن حاوی سرب نیستند و مصرف انرژی آنها بسیار کمتر از انواع مشابه کاتدی است. علاوه‌بر این، استفاده از نانولوله‌های کربنی در نمایش‌گرهای کامپیوتری به کاهش مصرف فلزات سنگین در آنها کمک می‌کند و از این طریق از آسیب به محیط‌زیست می‌کاهد.

**- نانوفیلترها**

الکل‌هایی مانند اتانول به عنوان حلال یا ماده پاک‌کننده به‌وفور در صنایع استفاده می‌شود. این مواد در حین مصرف، مقادیر زیادی از ناخالصی‌های مختلف را به خود جذب می‌کنند. با توجه به‌این که دور ریختن این مواد

پس از مصرف، اثرات زیانباری بر محیط‌زیست دارد، باید برای استفاده مجدد تصفیه شوند. روش‌های متداول از قبیل تقطیر، ضمن آلوده‌کردن محیط‌زیست انرژی زیادی را تلف می‌کنند. استفاده از نانوفیلترها گام مؤثری در حفاظت محیط‌زیست و صرفه‌جویی انرژی در این زمینه است.

**- نانوپوشش‌ها**

پوشش‌های نانوساختاری پیشرفته به‌خوبی بر سطوح مختلف از قبیل فلزات، شیشه، سرامیک و پلاستیک می‌چسبند و تنها چند میکرون ضخامت دارند، ویژگی بارز این نانوپوشش‌گرها خاصیت ضدخوردگی آنهاست که کاربرد پوششی آنها را در فلزات سبک از قبیل آلومینیم و منیزیم افزایش داده است. پوشش‌های یاد شده، در مقابل حرارت بسیار مقاومند و می‌توانند دما را تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد تحمل کنند. استفاده از این نوع پوشش‌گرها منجر به کاهش خوردگی فلزات می‌شود و در نهایت، محیط‌زیست را با کاهش میزان مصرف مواد خام حفظ می کند.

کاربرد دیگر پوشش‌گرهای نانوساختاری، در حذف گرد و غبار از روی سطوح مختلف و کاهش مصرف پاک‌کننده‌هاست. این نانوذرات را به صورت یک لایه بسیار نازک برای روکش‌کردن سطوح مختلف از قبیل شیشه اتومبیل‌ها به کار می‌برند. به‌این ترتیب، کشش سطحی این سطح نسبت به محلول‌های آبدار به شدت کاهش می‌یابد. در نتیجه، مایع مذکور، سطح پوشش داده شده را خیس نمی‌کند و به صورت قطراتی روی آن باقی می‌ماند و به سرعت زدوده می‌شود. این عمل، فرایند خشک‌شدن را سرعت می‌دهد. بدیهی است که مصرف مواد شوینده به شدت کاهش می‌یابد و از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری به عمل می‌آید.

**- نانوپودرها**

نانوپودرها موادی به‌شدت فعال‌اند که در دمای پایین ذوب یا آلیاژ می‌شوند. این پودرها در فرایندهای قالب‌گیری تزریقی و پوشش دادن سطوح مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوعی از پودرهای نانوساختاری حاوی ذرات ریز آلومینیوم است، در صورت افزوده‌شدن به سوخت‌های جامد موشک‌ها شدت سوختن آنها را تا دو برابر افزایش می‌دهد. اضافه کردن این پودر به نفت سفید باعث تسریع احتراق آن، و درنتیجه کاهش تولید آلاینده‌های مختلف می‌شود.

**- نانولوله‌های جاذب گازهای سمی**

طبق تحقیقات وسیع انجام گرفته، نانولوله‌های کربنی مناسب‌ترین وسیله

برای جذب آلاینده‌های سمی از قبیل دیوکسین‌ها و دیگر آلاینده‌های موجود در گاز خروجی از دودکش‌های کوره‌ای زباله‌سوز به‌شمار می‌روند. مواد سمی از نوع دیوکسین غالباً محصول جانبی بسیاری از فرآیندهای صنعتی‌اند که ضمن پایداری فراوان، باعث آلودگی بلندمدت هوا، خاک، آب و در نهایت زنجیرهٔ غذایی موجودات زنده می‌شوند. برخی از دیوکسین‌ها سرطان‌زا هستند و بسیاری از آنها باعث اختلال سیستم ایمنی بدن انسان‌ها می‌شوند. اگرچه در سال‌های اخیر بسیاری از کشورها تولید این ماده را به شدت تحت کنترل قرار داده‌اند، ولی هنوز خطرات زیست‌محیطی آن تهدیدکننده به شمار می‌آیند. اگرچه نانولوله‌های کربنی مناسب‌ترین وسیله برای جذب آلاینده‌های سمی مانند دیوکسین‌اند، ولی درعین حال حاضرقیمت بسیار زیادی دارند. تحقیقات دامنه‌داری برای تولید ارزان نانولوله‌ها در جریان است.

**- خالص‌سازی الکل‌های سبک با استفاده از نانوفیلترها**

الکل‌هایی مانند اتانول و متانول به عنوان حلال یا مادهٔ پاک‌کننده به‌وفور در صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد در حین مصرف مقادیر زیادی از ناخالصی‌های مختلف را به‌خود جذب می‌کنند. با توجه به اینکه دور ریختن آنها پس از مصرف، اثرات زیان‌باری بر محیط‌زیست دارد، تصفیه آنها برای استفاده مجدد لازم است. روش‌های متداول از قبیل تقطیر، ضمن آلوده کردن محیط‌زیست، انرژی زیادی تلف می‌کنند. استفاده از نانوفیلترها گام مؤثری در حفاظت از محیط‌زیست و صرفه‌جویی در مصرف انرژی است.

**تشکیل برخی از ستادها**

دفتر نانو فناوری سازمان حفاظت محیط‌زیست در تاریخ ۱۱/۱۰/ ۱۳۸۴ در راستای هدایت پروژه‌های تحقیقاتی- مطالعاتی با رویکرد زیست‌محیطی، تدوین استراتژی در زمینهٔ فناوری نانو، و ترویج این فناوری در سطح مدیران ارشد و کارشناسان سازمان تأسیس شد.

با توجه به اهمیت حفظ محیط‌زیست در کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست به عنوان عضو ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ریاست‌جمهوری پذیرفته شد. تعاملات گسترده دفتر نانو فناوری سازمان و حضور فعال در کارگروه توسعه و تولید ستاد ویژهٔ توسعه فناوری نانو که به‌منظور سازماندهی و هماهنگی دستگاه‌های اجرایی کشور برای اولویت‌های اصلی و حل معضلات کلان کشور و همچنین حضور فعال در سه کارگروه تخصصی WG1 (اصطلاحات و واژه‌شناسی در حوزه فناوری نانو)، WG2(اندازه‌گیری و تعیین

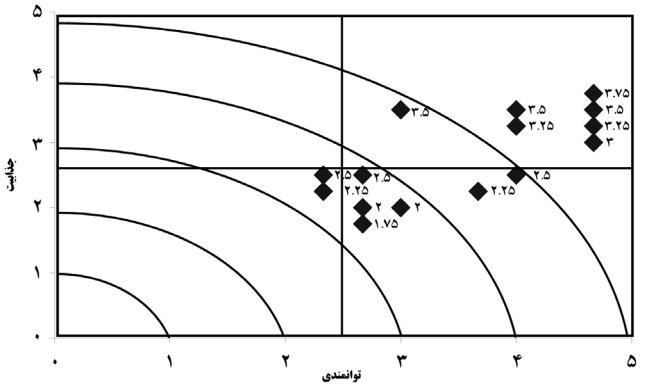
ویژگی‌های مختلف مواد نانو) WG3 (سلامت، ایمنی و محیط‌زیست)، کمیته استانداردسازی نانو فناوری کشور (TC 229/ISIRI) از جمله عواملی بود تا مباحث مربوط به محیط‌زیست جزء اولویت‌های پنجگانه نانو فناوری کشور قرار گیرد.

سازمان حفاظت محیط‌زیست با انجام پروژه « مطالعه و بررسی فناوری‌های نانو و زیستی جهت رفع معضلات و آلودگی‌های زیست‌محیطی» براساس ماتریس جذابیت – توانمندی محیط درونی، فناوری‌های ذیل مورد ارزیابی قرار گرفت و اولویت‌های کشور در محیط‌زیست مشخص شد.

جدول ۹. بررسی توانمندی‌های فناوری‌های ذکر شده در ایران (توانمندی، محیط درونی)

| ردیف | نام فناوری | میزان تجاری شدن در کشور | پتانسیل نیروی انسانی | میزان امکانات در کشور | مزیت نسبی در کشور |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | فیلترها | ۴ | ۳ | ۴ | ۴ |
| ۲ | فتو کاتالیست‌ها | ۳ | ۳ | ۳ | ۴ |
| ۳ | افزودنی‌ها جهت کاهش آلودگی هوا | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۴ | غشاها | ۲ | ۳ | ۲ | ۲ |
| ۵ | حسگرها | ۱ | ۲ | ۲ | ۲ |
| ۶ | نانو کاتالیزورها | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ |
| ۷ | پیل‌های سوختی | ۱ | ۳ | ۳ | ۲ |
| ۸ | روشنایی | ۱ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۹ | نانوکامپوزیت‌ها | ۱ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ۱۰ | نانو پلیمرها | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ |
| ۱۱ | عایق‌ها | ۲ | ۳ | ۴ | ۴ |
| ۱۲ | کاهش مصرف انرژی | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ |
| ۱۳ | ضد خش | ۱ | ۲ | ۲ | ۳ |
| ۱۴ | ضدخوردگی | ۱ | ۲ | ۲ | ۳ |
| ۱۵ | ضدچسبندگی | ۱ | ۲ | ۲ | ۳ |
| ۱۶ | رسانش هدفمند در آفت‌کش‌ها و کودها | ۲ | ۴ | ۴ | ۴ |
| ۱۷ | نانو پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر | ۲ | ۲ | ۳ | ۳ |

نمودار ۵۵. ماتریس جذابیت – توانمندی برای تعیین حوزه‌های اولویتدار




اولویت‌های محیط‌زیست در حوزه نانو فناوری

۱. فیلترها،

۲. کاهش مصرف انرژی،

۳. فتوکاتالیست‌ها،

۴. کاهش آلودگی هوا.

**۳-۶-۶. زمین‌پزشکی**

زمین‌پزشکی یک رشته میان رشته‌ای بین زمین‌شناسی و پزشکی است. اینکه اثرات و اتفاقاتی که در خاک می‌افتد یا کارهای معدنی که انجام می‌شود چه اثری روی انسان می‌گذارد؛ در علم زمین‌پزشکی بررسی می‌شود. زمین‌پزشکی یک علم درمانی نیست، بلکه یک علم سبب‌شناسی و یک دانش میان‌رشته‌ای است. اهمیت این رشته به این دلیل است که در حال حاضر ۵ میلیارد نفر در معرض عوارض ناشی از مواد و فرایندهای زمینی هستند. ۶۰ عنصر در سامانه‌های زیستی وجود دارد که ۳۰ عنصر آن برای تندرستی نقش اساسی دارد. در حال حاضر سازمان محیط‌زیست در حال آماده کردن اطلس آلودگی خاک در استان‌های خوزستان، گیلان و مازندران، خراسان رضوی، اصفهان و زنجان است. برای حل مشکلات مربوط به آلودگی خاک، باید گروه‌کاری زمین‌پزشکی برای حل مسائل مربوطه و تعیین متولی امر، تشکیل شود تا بیماری‌های واگیردار شناسایی شوند؛ نقشه پراکندگی بیماری‌ها تهیه شود؛ مناطق دارای ناهنجاری عناصر و آلاینده‌های آلی شناسایی شوند؛ نقشه ژئوشیمی کشور تهیه شود و مواد غذایی، آب آشامیدنی و هوا از نظر فلزات سنگین و آلاینده‌های زیست‌محیطی کنترل شوند.

**۴-۶-۶. اقتصاد محیط‌زیست**

اقتصاد محیط‌زیست یک رشته علمی و رویکرد جدید برای ایجاد هماهنگی و تعادل بین دو مقوله اقتصاد و پایداری محیط‌زیست است و در تعیین ارزش‌گذاری منابع محیط‌زیست برای درج در حساب‌های ملی، محاسبه همزمان هزینه تخریب و ترمیم منابع محیط‌زیست برای کاهش و افزودن به سرمایه ملی، تعیین اثرات اقتصادی برنامه‌های توسعه بر محیط‌زیست، محاسبه دارایی‌های زیست‌محیطی و تعیین نسبت آنها با تولید ناخالص ملی و تولید ناخالص منطقه‌ای(GDP و GNP) کاربرد دارد. مسئله‌ای که در کشور کمرنگ‌تر دیده شده است، ارزش‌گذاری منابع محیط‌زیست است. زمانی که منابع محیط‌زیست تخریب می‌شود، مشکلات زیستی آن گفته می‌شود، اما به ارزش اقتصادی آن توجه نمی‌شود.

اکنون چند سالی است که طرحی برای ارزش‌گذاری اقتصادی محیط‌زیست وجود دارد. هدف این طرح عملیاتی کردن ماده (۵۹) قانون برنامه چهارم توسعه و آیین‌نامه اجرایی آن است که محورهای آن عبارت‌اند از:

- ارزش‌گذاری اقتصادی منابع طبیعی و محیط‌زیستی در زیست بوم‌ها و مناطق منتخب،
- تعیین هزینه‌های ناشی از آلودگی و تخریب محیط‌زیست ناشی از طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی،
- تهیه دستورالعمل‌های برآورد ارزش‌ها و هزینه‌ها در امکان‌سنجی طرح‌های توسعه‌ای،
- حساب‌های اقماری محیط‌زیستی.

سازمان محیط‌زیست در این زمینه چند مناقصه هم برگزار کرده است. ارزش‌گذاری هم باید در حساب‌های ملی و هم در طرح‌ها دیده شود.در انجام پروژه‌ها باید هزینه تخریب و یا مسائل محیط‌زیستی دیده شود. در حال حاضر در کشور، اعداد و ارقام مربوط به هزینه‌های فوق موجود نمی‌باشد. سازمان محیط‌زیست ارزش‌گذاری ۱۲ سایت پارک ملی کویر، منطقه حفاظت شده اشترانکوه، مناطق ساحلی فریدون کنار، تالاب شادگان، دریاچه ارژن و پریشان، حوضه آبخیز هراز، جنگل‌های بلوط و بنه سنندج، جنگل‌های بلوط و بنه یاسوج، پناهگاه حیات وحش میانکاله و خلیج گرگان، تالاب‌های سه‌گانه هامون، حوزه کلیبرچای – اکوسیستم‌های ارسباران و نیز طرح تخمین هزینه‌های اقتصادی تخریب حوضه آبریر رودخانه جاجرود را به اتمام رسانده است.

**۵-۶-۶. احیای زیست بوم**

در حال حاضر در مورد زیست بوم‌ها، مطالعاتی برای مدیریت مناطق در

سازمان محیط‌زیست، انجام شده است. در مرحله اول باید منطقه به لحاظ زمین‌شناسی، فیزیوگرافی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، اقلیم و تنوع زیستی شناسایی شود. این مطالعات باید برای تمام مناطق انجام شود. در حال حاضر ۷/۸ درصد مساحت کشور جزو مناطق حفاظت شده، پارک‌های ملی، اثرهای طبیعی ملی و از این نوع است. تدوین طرح‌های مدیریت مناطق چهارگانه ضرورتی است که امروزه در غالب کشورهای توسعه یافته در راستای بهره‌برداری پایدار از ظرفیت‌های مناطق حفاظت شده به مرحله اجرا در آمده است. در روند مطالعه این طرح‌ها سطح مناطق چهارگانه طی یکسری مطالعات محیطی، اقتصادی و اجتماعی منطقه‌بندی و برای هر منطقه یک کتابچه مدیریتی تهیه می‌گردد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰ . منطقه‌بندی و نحوه مدیریت منطقه‌ها

| نحوه مدیریت منطقه‌ها | نام منطقه‌ها |
|---|---|
| ورود انسان و دام ممنوع | منطقه هسته مرکزی یا طبیعت بکر |
| ورود انسان فقط برای حفاظت آزاد است. هر نوع فعالیت دیگر ممنوع است. در پارک‌های ملی ورود دام هم ممنوع است ولی در مناطق حفاظت شده و پناهگاه‌های حیات وحش ورود دام تحت ضوابط خاصی مجاز است | منطقه بافر یا طبیعت محدود شده |
| ورود طبیعت گردی بدون اقامت شبانه و کمپینگ آزاد است | منطقه تفرج گسترده (طبیعت گردی گسترده) |
| ورود طبیعت گردی با اقامت شبانه و کمپینگ آزاد است | منطقه تفرج متمرکز (طبیعت گردی متمرکز) |
| شامل مستثنیات، روستاها و اراضی مورد استفاده جوامع محلی و صنایع روستایی | منطقه سایر استفاده‌ها |
| اماکن مذهبی، تاریخی، و اداری و پست و پاسگاه‌های حفاظتی | منطقه‌های تاریخی و فرهنگی و اداری و... |

### ۶-۶-۶. زیست‌گاه‌های حساس ساحلی

منطقه حساس ساحلی– دریایی، گستره‌ای از پهنه دریا یا نوار ساحلی است که به سبب اهمیت اکولوژیک، اجتماعی، اقتصادی و آموزشی در مقابل شرایط طبیعی یا اقدامات انسانی آسیب‌پذیر است و نیاز به حمایت ویژه دارد. قوانین، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و مصوبات شورای عالی محیط‌زیست مرتبط با حفاظت از مناطق حساس ساحلی و دریایی شامل موارد ذیل هستند: - قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست مصوب ۱۳۵۳ (اصلاحیه ۱۳۷۱) و آئین‌نامه اجرایی آن- قانون حفاظت دریا و رودخانه‌های مرزی از آلودگی نفتی (مصوب ۱۳۵۴- در حال اصلاح)- قانون اراضی مستحدث و ساحلی (مصوب ۱۳۵۴)- آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۱۳۷۱)- آیین‌نامه اجرایی ماده (۶۳) قانون برنامه چهارم توسعه (ساماندهی سواحل) تا سال ۱۳۸۶- پهنه‌بندی و تعیین مناطق حساس در ۶ استان ساحلی گیلان، مازندران، گلستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان.

این سازمان در حفاظت از مناطق حساس ساحلی و دریایی، بانک اطلاعات نقشه‌ها در مقیاس‌های مختلف مربوط به عوارض ساحلی، پهنه‌بندی سواحل، مناطق حساس ساحلی و مناطق چهارگانه تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست را تهیه و تکمیل کرده است.

**۷-۶-۶. گردشگری**

امروزه صنعت گردشگری در جهان به عنوان یکی از منابع درآمد و در عین حال از عوامل مؤثر در تبادلات فرهنگی بین کشورها و مناطق مطرح می‌باشد. از این رو مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. برای گردشگری، چهار معیار شامل: حداقل تأثیر منفی بر محیط‌زیست، حداقل تأثیر منفی بر فرهنگ، و حداکثر مسئولیت‌پذیری نسبت به فرهنگ جامعه میزبان، حداکثر سود برای جامعه میزبان و حداکثر رضایت تفریحی جهت مشارکت جهانگردان ارائه شده است. کشور ایران به لحاظ تنوع جاذبه‌های طبیعی و تاریخی رتبه پنجم و به لحاظ تنوع اقلیمی رتبه دوم را در بین کشورهای جهان به خود اختصاص داده است. بنابراین با یک برنامه‌ریزی مناسب می‌توان شمار طبیعت گردان داخلی و خارجی را افزایش داد به‌طوری که به سقف سالیانه یک میلیون و پانصد هزار نفر رسیده و دو میلیارد و هفتصد میلیون دلار درآمد ارزی و سیصد هزار فرصت شغلی درپی داشته باشد. طبیعت‌گردی، اندیشه و فعالیت جدیدی است که بخشی از جوامع محلی می‌توانند وارد این کار شوند. سازمان محیط‌زیست، کنوانسیون جدیدی را تحت عنوان طبیعت‌گردی به یونپ معرفی کرده است. در اولین جلسه این کارگروه، سازمان حفاظت محیط‌زیست از کشورهای عضو اکو دعوت کرد. در حال حاضر ۱۲ کشور همکاری در این زمینه را پذیرفته‌اند و موافقت‌کرده‌اند کنوانسیون جدیدی را تحت عنوان طبیعت‌گردی تشکیل دهند.

برنامه‌های طبیعت گردی سازمان حفاظت محیط‌زیست:

- تهیه بانک اطلاعاتی طبیعت‌گردی ویژه مناطق تحت مدیریت سازمان.
- تصویب سیاست‌ها، خط‌مشی‌ها و برنامه‌های کلان طبیعت گردی با همکاری کمیته ملی طبیعت‌گردی.
- تهیه و تدوین ضوابط، آیین‌نامه‌ها و معیارهای طرح‌های طبیعت‌گردی.
- تهیه و تنظیم نقشه‌های طبیعت‌گردی.
- تدوین برنامه‌های تفسیری در وزن‌های تفرجی براساس ظرفیت و برد مناطق.
- ایجاد سیستم پایش و ارزیابی منظم پیامدهای اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی به‌منظور توسعه طبیعت‌گردی پایدار.

**۸-۶-۶. مدیریت حیات وحش**

گونه‌های جانوری در پایداری اکوسیستم و چرخه حیات، هر کدام نقش مجزا و مهمی ایفا می‌کنند و با انقراض و نابودی هرگونه‌ی جانوری، کرهٔ حیات یک گام رو به نابودی می‌گذارد. امروزه در جهان هزاران گونه‌ی گیاهی و جانوری در اکوسیستم‌های آبی و خشکی زیست می‌کنند و انسان برای جواب‌گویی به نیازهای متنوع دارویی، غذایی، پوشاک و غیره به آنها محتاج است؛ اما متأسفانه بهره‌برداری بی‌رویه و غیرعاقلانه در سطح جهان از این منابع خدادادی، آنها را به سوی انقراض و نابودی سوق داده است. با تداوم این معضل در اواخر قرن ۱۹ و قرن حاضر سازمان‌ها و مجامع بین‌المللی و غیردولتی مرتبط با حفاظت محیط‌زیست با هشدارهای جدی پیرامون این موضوع دولت‌ها را متعهد به حمایت و حفاظت از تنوع زیستی و گونه‌های جانوری نمودند و هم‌اکنون در این رابطه ده‌ها معاهده منعقد و ده‌ها کنوانسیون جهانی تشکیل شده و کشور ایران نیز عضو چندین معاهده و کنوانسیون بین‌المللی مرتبط است. عملکرد سازمان حفاظت محیط‌زیست در استفاده از شیوه‌های نوین مدیریت حیات‌وحش شامل موارد ذیل می‌باشد:

- رقومی کردن محدوده زیستگاه‌ها و تهیه نقشه‌های GIS
- تهیه طرح کنترل ON LINE گروه‌های گشت و حفاظت حیات وحش با استفاده از سامانه‌های GPS، GIS و ماهواره
- برآورد جمعیت با استفاده از آزمایشات DNA بر روی نمایه‌های به‌جامانده از گونه و تعیین جنسیت و سن آنها
- استفاده از دوربین‌های تله‌ای برای شناسایی و رفتارشناسی گونه‌ها که در پروژه‌های یوزپلنگ و تعدادی گونه‌های دیگر اجرا شده است؛ همچنین نصب ردیاب ماهواره‌ای برای تعیین مسیر مهاجرت پرندگان و پستانداران که در پروژه درنا، یوزپلنگ و برخی گونه‌های دیگر استفاده شده است
- نصب پلاک بر روی گونه‌هایی مانند لاک‌پشت دریایی، گوزن و آهو با هدف مطالعه رفتارشناسی و برآورد جمعیت حیات وحش از روش سرشماری هوایی با استفاده از هواپیماهای سبک تاکنون تعداد ۱۲۲۶ گونه جانوری در کشور شامل ۱۶۵ گونه پستانداران، ۵۱۸ گونه پرندگان، ۳۵۰ گونه خزندگان، ۲۲ گونه دوزیستان و ۱۷۱ گونه ماهیان شناسایی و گزارش گردیده است.

**۹-۶-۶. ایمنی زیستی**

ایمنی زیستی مجموعه‌ای از تدابیر، سیاست‌ها، مقررات و روش‌ها برای تضمین بهره‌برداری از فواید قطعی زیست‌فناوری نوین و پیشگیری از آثار سوء احتمالی کاربرد این فناوری بر تنوع زیستی و محیط‌زیست، سلامت انسان و

گیاه است. در حوزه ایمنی زیستی، کمیته ملی ایمنی زیستی در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تشکیل شده است و دبیرخانه شورای ملی ایمنی زیستی در وزارت جهاد کشاورزی استقرار پیدا کرده است. همچنین دبیرخانه شورای ملی ایمنی زیستی در سازمان حفاظت محیط‌زیست براساس مصوبه هیئت محترم وزیران مورخ ۱۳۸۴/۱۱/۴ تشکیل شده است. یکپارچه‌سازی داده‌های موجود در سازمان، ورود اطلاعات موجود مناطق تحت حفاظت سازمان به نرم‌افزار GIS، تکمیل جداول یکسان‌سازی شده لایه‌های اطلاعاتی آن و فعال‌شدن بخش GIS در استان‌های کشور شروع شده است. تقریباً حدود ۷۰ درصد از محیط‌بانان سازمان محیط‌زیست، در حال حاضر آموزش استفاده از GPS را گذرانده‌اند. هم‌اکنون در تمام استان‌ها مراکز GIS راه‌اندازی شده و لایه‌های GIS آنها در حال تدوین و تهیه است.

**۱۰-۶-۶. کاربرد ICT در محیط‌زیست**

برای تسهیل ارتباطات و ایجاد امکان دستیابی بخش‌های مختلف سازمان به آخرین اطلاعات و امکانات موجود جهت حصول اهداف سازمانی و انجام وظایف مربوطه در راستای آنها به ICT در سازمان محیط‌زیست توجه شده، زیرساخت‌های ارتباطی ایجاد شده و طرح جامع فناوری اطلاعات سازمان حفاظت محیط‌زیست هم تهیه شده است. در حوزه تدوین نظام جامع آمارهای محیط‌زیست، بررسی نظام آماری کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه و نیازهای اطلاعاتی محیط‌زیست ایران، بررسی وضع موجود و تعیین اقلام آماری مورد نیاز در سطح استانی، ملی و بین‌المللی شروع شده است و سیستم جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با بخش‌های مختلف محیط‌زیست شامل هوا، خاک، آب، منابع طبیعی، زایدات، بلایای طبیعی و نرم‌افزارهای لازم، بانک‌های اطلاعاتی و همچنین ساختارهای خروجی طراحی گردیده است. اما با وجود این پیشرفت‌ها برای استفاده از علوم نوین، سازمان حفاظت محیط‌زیست نیازمند ایجاد پژوهشگاه محیط‌زیست، تربیت نیروی متخصص مورد نیاز، استفاده از سیستم‌های نوین ماهواره‌ای جهت حفاظت، و اعتبارات و تجهیزات متناسب با شرح وظایف خودش است.

**۱۱-۶-۶. طرح‌های مطالعاتی وپژوهشی**

• مطالعات پیشگیری، کنترل و کاهش آلودگی آب در سال ۱۳۸۶، مطالعات رودخانه‌های هراز، گرگان‌رود، سفیدرود، سیمینه‌رود، زرینه‌رود، کرخه، زهره، حله، مند در سطح حوضه آبریز با همکاری ۱۸ استان آغاز شد. نتایج حاصل از مطالعات، شامل تهیه نقشه‌های پایه در سطح حوضه آبریز ۹ رودخانه با وسعتی حدود ۲۵۸۰۰۰ کیلومترمربع، انجام نمونه‌برداری از آب و نمونه‌برداری

از رسوب و تعیین شاخص‌های زیستی این رودخانه هاست و انجام مطالعات متشابه برای سایر رودخانه‌های کشور در دستور کار سال آتی قرار دارد.

• مطالعات پیشگیری، کنترل و کاهش آلودگی آبخوان‌های کشور، مطالعات آبخوان‌های لنجان اصفهان، امامزاده جعفر، ساوه، اراک، زنجان، اردبیل، شهرکرد، همدان، آمل- بابل، قزوین، دزفول- اندیمشک در حال اتمام بوده وانجام مطالعات متشابه برای سایر آبخوان‌های کشور در دستور کار آینده قرار دارد.

• مطالعات مکانیابی محل دفع پسماندهای ویژه: تاکنون این پسماندها به شیوه‌ای نامناسب و در واقع به شیوه دورریزی در محیط، دفع شده‌اند که نیاز به یافتن مکان‌هایی که تا هزاران سال اثرات زیست‌محیطی خاصی نداشته باشند با استناد به قانون مدیریت پسماند، آغاز گردید. مکانیابی محل دفع پسماندهای ویژه در ۲۸استان کشور به اتمام رسیده است.

• مطالعات شناسایی منابع، مصارف و آلودگی‌های فلزات سنگین جیوه، سرب، کادمیم، آرسنیک و کروم، این مطالعات در مناطق شمال غرب، جنوب، مرکزی۱، مرکزی ۲، غرب و جنوب غرب خاتمه یافته و سایر مناطق در دستورکار سال آتی قرار دارند.

• مطالعات تهیه اطلس آلودگی خاک به‌منظور شناسایی وضعیت خاک کشور و تهیه نقشه‌های آلودگی خاک در بخش‌های صنعتی، نفتی، طبیعی و کشاورزی و نیز تدوین برنامه پایش، پیشگیری، کنترل و احیاء برای استان‌های کشور، طرح اطلس آلودگی خاک در ۸ استان بوشهر، هرمزگان، کرمانشاه، همدان، گلستان، آذربایجان شرقی، زنجان و قزوین انجام شده است و انجام مطالعات متشابه برای سایر استان‌ها در دستور کار آتی قرار دارد.

• عقد قراردادهای پژوهشی در بخش بررسی آلودگی خاک در طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ که بر حوزه فناوری‌های نوین (نانو فناوری و زیست‌فناوری) در کنترل و احیاء خاک تأکید دارد و به شرح زیر است:

۱. رفع آلودگی از خاک‌های آلوده به مشتقات نفتی به روش زیستی،

۲. توانایی تجمع همزمان چندین فلز سنگین به‌وسیله باکتری‌های دریایی،

۳. گیاه پالایی هیدروکربن‌های نفتی لجن تصفیه فاضلاب پالایشگاه اصفهان در دو خاک آهکی،

۴. زیست پالایی خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌های نفتی از طریق Phytostimulation

۵. بررسی اثر کاربرد از نانورس در بتن در انتقال و حذف فلزات سنگین ناشی از دفن مواد زائد خطرناک،

۶. مطالعه و بررسی فناوری‌های نانو و زیستی جهت رفع معضلات زیست‌محیطی،

۷. نیتروژن‌زدایی از پساب‌های صنعتی به روش بیوفیلم،
۸. بررسی جذب فلزات سنگین کرم و روی به‌وسیله سرخس آزولا،
۹. به‌کارگیری سیال فوق بحرانی در استخراج پلیمر PHB از باکتری رالستوفیا اوتروفا،
۱۰. بررسی اثرات غلظت‌های مختلف فاضلاب شهری بر خصوصیات رویشی و زایشی، عملکرد و اجزاء گیاهان منطقه جنوب شهر تهران

جدول ۱۱ .تهیه و تدوین دستورالعمل ها، استراتژی ها، شیوه نامه‌ها و استاندارد ها

| | |
|---|---|
| ۱ | تهیه پیش نویس نهایی دستورالعمل موضوع تبصره ذیل ماده ۵ آئین نامه جلوگیری از آلودگی آب درخصوص تخلیه پسابهای صنعتی به شبکه فاضلاب شهری ۱۳۸۵ |
| ۲ | تدوین شیوه نامه واردات وصادرات پسماندهای ویژه بر اساس کنوانسیون بازل |
| ۳ | تهیه ماده واحده جایگزینی ظروف یکبار مصرف |
| ۴ | لایحه جلوگیری از آلودگی خاک |
| ۵ | تهیه ضوابط مدیریت اجرایی پسماند کشاورزی در ۷ زیر بخش (باغی، زراعی، نهاده‌های کشاورزی، دام و طیور، دامپزشکی، شیلات، صنایع تبدیلی و تکمیلی |
| ۶ | همکاری در تدوین استانداردهای میکروبیولوژی موسسه استاندارد |
| ۷ | تدوین ضوابط محل دفن پسماندهای عادی و ویژه |
| ۸ | تهیه دستورالعمل امحاء اصولی روغن‌های آسکارل |
| ۹ | تهیه دستورالعمل فنی بازیافت باتری‌های فرسوده سربی- اسیدی |
| ۱۰ | تدوین دستورالعمل واگذاری مدیریت اجرایی پسماندها به اشخاص حقیقی و حقوقی |
| ۱۱ | تدوین استراتژی کنترل و کاهش آلودگی منابع آب |
| ۱۲ | دستورالعمل اجمالی پایش کیفی منابع آب سطحی |
| ۱۳ | دستورالعمل نمونه برداری پارامترهای کیفیت آب |
| ۱۴ | همکاری در تدوین استاندارد باقیمانده آفت کش‌ها در محصولات غذایی کشور |
| ۱۵ | تهیه استراتژی پایش صنایع پتروشیمی و منطقه ویژه انرژی پارس (عسلویه) در قالب الگوی پیشنهادی منظم به شرح کلیه مراحل |
| | تصویب آیین نامه‌های اجرایی و اجرای قوانین |
| ۱ | اجرای قانون تجمیع عوارض زیست محیطی برای واحدهای صنعتی از سال ۱۳۸۵- ۱۳۸۴ |
| ۲ | تصویب آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها |
| ۳ | تصویب اساسنامه صندوق ملی محیط زیست |
| ۴ | تصویب فهرست پسماندهای ویژه |
| ۵ | ضوابط روش‌های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، ۱۳۸۷/۰۲/۰۸ |
| ۶ | تصویب لایحه جامع خاک |

لازم به ذکر است که ضروری است با توجه به روند رو به رشد تجاری‌سازی کشور در زمینه‌های فناوری‌های نوین همچون نانو فناوری و زیست‌فناوری،

تهیه ضوابط و دستورالعمل‌های مدیریت پسماند و فاضلاب این صنایع و تهیه راهنمای ارزیابی زیست‌محیطی برای استقرار آنها در دستور کار سازمان قرار گیرد.

**نتیجه‌گیری**

در مسائل محیط‌زیست، یک منطق این است که مشکلات محیط‌زیست در واقع طبیعی است؛ چرا که علت مشکلات محیط‌زیستی، یعنی فناوری و اوضاع و احوال زیستی موجود، طبیعی است. مسیر مبتنی بر چنین تفکری این است که فرض می‌شود اوضاع و احوال، درست است و باید معضلات ناشی از این وضعیت حل و فصل شود. دقیقاً از دهه هفتاد این دیدگاه مطرح شده است.

مسیر دیگری که از همان موقع ایجاد شد، شکل مقابل این دیدگاه بود. فعالین محیط‌زیستی و سبزها در اصل این مسیر و در دیدگاه طبیعی بودن وضعیت موجود محیط‌زیستی، تردید کردند. با قبول دیدگاه دوم، سازمان محیط‌زیست نه تنها باید دیدگاه توسعه را قبول و دنبال کند و ضرر و زیان‌های محیط‌زیست را کم نماید؛ بلکه باید مشکل را به شکل اساسی و بنیادی حل کند. اینکه چگونه این موفقیت حاصل می‌شود، البته کار خیلی بزرگ و دشواری است. اگر بخواهیم تحولی در جامعه به‌وجود آید، باید فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست وارد آموزش و پرورش و آموزش عالی شود. باید حتی درس‌هایی با این عنوان تدریس شود؛ کتاب‌هایی نوشته بشود؛ یعنی طوری شود که برخورد با محیط‌زیست جزء آموزش عمومی‌شود تا همه بدانند چگونه باید با محیط‌زیست برخورد کرد.

اصولاً هر تحول و هر برنامه جدیدی که بخواهد در کشور اجرا شود، اگر پیشاپیش مطالعات انسانی و اجتماعی از قبل روی آن انجام نگیرد، با موانع زیادی رو به رو می‌شود که موجب شکست آن می‌شود. در زمینه تکنولوژی و نوآوری‌ها این بحث جدی است. خیلی از کشورها به‌رغم سرمایه‌گذاری‌های کلانی که می‌کنند، چون چنین مطالعه‌ای را قبلاً انجام نمی‌دهند و به آن الزامات خاص واقف نیستند، سرمایه‌شان به هدر می‌رود و به توفیق نمی‌رسند. بنابراین لازم است فرهنگ عمومی محیط‌زیست در کشور تقویت شود، و به‌رغم تمام بودجه‌ها و سرمایه‌گذاری‌هایی که می‌شود، صرفاً با الزام قانون و فشار دولت نمی‌شود به نتیجه رسید.

باید حفظ محیط‌زیست را درونی کرد تا همه نسبت به محیط‌زیست حساسیت داشته باشند و به آن اهمیت بدهند. در این راستا کشف ریشه‌های مقاومت در برابر محیط‌زیست از نظر روان‌شناختی و اجتماعی مهم است وطی پژوهشی

می‌توان به پاسخ این سؤال دست یافت که آن ریشه‌ها و بنیان‌های اساسی چیست؟ و چگونه می‌شود با آنها مقابله کرد؟
محیط‌زیست را باید کاملاً بین رشته‌ای دید. یکی از نتایج این نگاه، فرهنگ سازی برای حفاظت از محیط‌زیست است. غربی‌ها بعد از اینکه دغدغه حفظ محیط‌زیست را پیدا کردند، حجم عظیمی از تولیدات رسانه‌ای خود را برای فرهنگ‌سازی در این زمینه به کار بردند. باید نگاه معرفتی به محیط‌زیست داشت که در آموزه‌های قرآنی و در سیره معصوم علیه‌السلام و در حکمت میراثیمان، ظرفیت‌های فراوانی در این رابطه موجود می‌باشد.

**۶-۷. فناوری هوافضا**

علوم و فناوری هوافضا در برگیرنده حیطه‌های فضایی، هوایی و هوانوردی است، اما این حیطه‌ها خود زیرشاخه‌های دیگری دارند که هر کدام از اهمیت خاصی برخوردار بوده و از مشخصات و ویژگی‌های مختلفی برخوردارند (مبانی و روش انجام کار سند جامع توسعه هوافضا، ۱۳۸۷). هوافضا در قرن گذشته مرزهای جدیدی را در نوردید و امکان پرواز و دسترسی به فضا را فراهم آورد. نقش جامعی که هوافضا به عنوان پیشران در علوم و فناوری، امنیت و سیاست، حمل و نقل، توسعه اقتصادی- اجتماعی و حفظ ارزش‌های ملی دارد، حضور مؤثر در هوافضا را به یک ضرورت ملی تبدیل کرده است. به همین منظور است که در سیاست‌های کلی سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور، سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه و در خود برنامه چهارم توسعه کشور بر توسعه این فناوری در کشور تأکید شده است و دولت موظف به تهیه برنامه جامع توسعه علمی و فناوری و پیش‌بینی تمهیدات لازم جهت بهره‌برداری حداکثری از ظرفیت‌های ملی و منطقه‌ای در حوزه هوافضا شده است تا جمهوری اسلامی ایران بتواند با بهره‌گیری از کلیه امکانات ملی و بین‌المللی در فناوری، تجارت و اکتشافات هوایی و فضایی حضوری متناسب در سطح جهانی داشته باشد.

**۶-۷-۱. کشورهای صاحب فناوری هوافضا**

گذشته از کشورهایی مانند آمریکا و روسیه و... که در واقع پایه‌گذاران فناوری فضایی هستند. کشورهایی مانند هند، برزیل، چین، رژیم اشغالگر قدس گروه دومی هستند که وارد حوزه هوافضا شده‌اند. چین و هند، بیشتر از فناوری روسی استفاده کرده‌اند. برزیلی‌ها هم ماهواره‌هایشان را با موشک‌های آمریکایی پرتاب می‌کردند و تلاش می‌کنند تا خودشان پرتاب کننده داشته باشند. رژیم اشغالگر قدس هم به کمک آمریکایی‌ها یک پرتاب کننده ماهواره ساخته، که دارای فناوری پیشرفته‌ای است. بازار پرتاب‌کننده ماهواره هر روز

داغتر و تجاری‌تر می‌گردد. رژیم اشغالگر قدس، برزیل، هند، چین به کمک آمریکایی‌ها ماهواره‌های مخابراتی جاسوسی متعددی را ساخته و پرتاب کرده‌اند.
کشورهایی مانند ایران، عربستان، پاکستان، الجزایر، مصر و... هم فعالیت‌هایی در این زمینه دارند، ولی فعالیت‌ها معمولاً خیلی محدود و در حد سفارش ساخت ماهواره است که معمولاً دانشگاه سوری انگلیس با این کشورها قرارداد می‌بندد و ساختن ماهواره‌ای را به آنها آموزش می‌دهد و با یک پرتاب‌کننده روسی، پرتاب می‌کند. این یک نوع دستیابی به تکنولوژی فضایی است. در بین این کشورها پاکستان جدی‌تر است و عربستان در دانشگاه ملک عبدالعزیز، فعالیت‌های زیادی را در این زمینه دارد.
در منطقه آسیا و اقیانوسیه کشورهایی شامل: اندونزی، استرالیا و کره‌جنوبی از پیشتازان حوزه هوافضا هستند. پاکستان، ترکیه، عربستان، امارات متحده، رژیم اشغالگر قدس، مصر و کمپانی الافسد که متعلق به همه کشورهای عربی است و نیز جمهوری اسلامی ایران که در حال حاضر یک ماهواره در فضا دارد جزء کشورهای صاحب ماهواره هستند(جدول ۱۲).

**جدول ۱۲. تعداد ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی ثبت شده- منطقه**

| کشور/ سازمان | پاکستان | عربستان | ترکیه | امارات متحده عربی | رژیم اشغال گر قدس | مصر | عرب ست | ایران |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پرتاب شده | ۲ | ۶ | ۴ | ۲ | ۸ | ۲ | ۶ | ۱ |
| موجود در فضا | ۱ | ۶ | ۴ | ۲ | ۵ | ۲ | ۴ | ۱ |

در مجموع وضعیت کشورهای توسعه یافته، در حال توسعه، کشورهای آسیایی، کشورهای همسایه و جمع کشورهای صاحب ماهواره که در حوزه فضایی دنیا فعال هستند، به شرح (جدول ۱۳) می‌باشد.

**جدول ۱۳. کشورهای حاضر در فضا (صاحب ماهواره)**

| | |
|---|---|
| ۱۸ کشور | کشورهای توسعه یافته |
| ۲۵ کشور | کشورهای در حال توسعه |
| ۱۵ کشور | کشورهای آسیایی |
| ۴ کشور | کشورهای همسایه* |
| ۴۳ کشور | جمع کشورهای صاحب ماهواره |

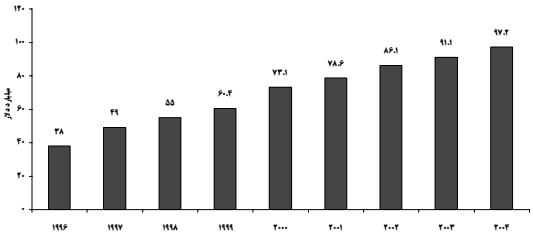
ایالات متحده، شوروی، ژاپن و چین پرتاب‌کننده ماهواره هستند و بتدریج تعداد این کشورها بیشتر می‌شود. کشورهای پرتاب‌کننده و پرتاب‌های موفقیت‌آمیز ماهواره و سفینه‌های فضایی در طول سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۵۷ در (جدول ۱۴) نشان داده شده است.

**جدول ۱۴ کشورهای پرتاب‌کننده و پرتاب‌های موفقیت‌آمیز ماهواره و سفینه‌های فضایی ۲۰۰۴-۱۹۵۷**

| جمع | رژیم اشغالگر قدس | هند | استرالیا | چین | ژاپن | آژانس فضایی اروپا | روسیه (شامل شوروی سابق) | ایالات متحده آمریکا | کشورهای پرتاب کننده |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴۳۵۷ | ۴ | ۱۶ | ۱ | ۸۰ | ۵۹ | ۱۷۵ | ۲۷۲۴ | ۱۲۹۸ | تعداد |

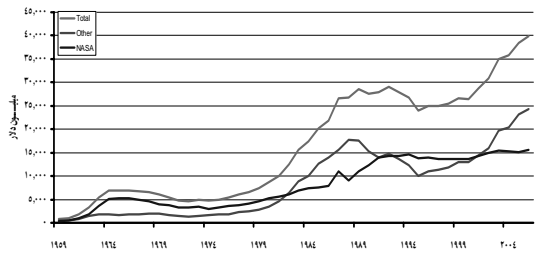
در حوزه سرمایه‌گذاری در هوافضا هر سال بر میزان سرمایه‌گذاری‌ها افزوده می‌شود. درآمد این صنعت در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۶ در (نمودار ۵۶) نشان داده شده است.

**نمودار ۵۶ .درآمد صنعت ماهواره در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۶**




آماری که سازمان ملل بین سال‌های ۲۰۰۴ـ ۱۹۹۸، ارائه داده است نشان می‌دهد که ۵۷۷ میلیارد دلار در این بخش سرمایه‌گذاری شده است که معادل سرمایه‌گذاری در سه بخش کشاورزی، اتومبیل‌سازی و نساجی است و نشان می‌دهد که در این بخش جاذبه بسیار زیاد است. بودجه فعالیت‌های فضایی ایالات متحده امریکا در (نمودار ۵۷) نشان داده شده است.

**نمودار ۵۷ .بودجه فعالیت‌های فضایی ایالات متحده امریکا**



**۲-۷-۶. اسناد مهم و عمده تنظیم شده در راستای هوافضا**

در حال حاضر در زمینه هوافضا دو سازمان در ایران وجود دارد که یک سازمان زیر نظر وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و سازمان دیگر زیر نظر وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح فعالیت می‌کند. هر دوی این وزارتخانه‌ها فعالیت‌های خود را براساس مصوبه هیئت محترم وزیران انجام می‌دهند.

**الف) اساسنامه سازمان فضایی ایران**

هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۷/۳/۲۶ بنابه پیشنهاد وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و به استناد ماده (۹) قانون وظایف و اختیارات وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات اساسنامه سازمان فضایی ایران را تصویب کرد. براساس این مصوبه، به‌منظور انجام وظایف قانونی و امور مطالعاتی، پژوهشی، طراحی، مهندسی و اجرا در زمینه فناوری‌های خدمات فضایی، سنجش از راه دور، تقویت شبکه‌های ارتباطی و فناوری فضایی در داخل و خارج از کشور و تجمیع فعالیت‌های حاکمیتی مرکز سنجش از راه دور ایران و وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، سازمان فضایی ایران تشکیل شد.

وظایف عمده این سازمان به شرح ذیل می‌باشد:

۱. انجام امور مطالعاتی، پژوهشی، طراحی، مهندسی و اجرا در زمینه فناوری‌های خدمات فضایی و سنجش از راه دور،

۲. تقویت شبکه‌های فضایی در داخل و خارج از کشور،

۳. تجمیع فعالیت‌های حاکمیتی مرکز سنجش از راه دور ایران و وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات،

۴. تهیه و تنظیم برنامه‌های میان‌مدت و بلندمدت در بخش فضایی کشور با همکاری دستگاه‌های ذیربط جهت پیشنهاد به مراجع ذیربط،

۵. انجام مطالعات به‌منظور تدوین سیاست‌های طراحی، ساخت، پرتاب و استفاده از ماهواره‌های تحقیقاتی و کاربردی،

۶. ارائه خدمات فضایی برای پیشنهاد به مراجع ذیصلاح قانونی،

۷. انجام تحقیقات، طراحی، ساخت و پرتاب ماهواره‌های تجاری، علمی و تحقیقاتی،

۸. طراحی و ساخت مرکز کنترل و پرتاب ماهواره‌های ملی با همکاری دستگاه‌های ذیربط،

۹. برنامه‌ریزی به‌منظور هدایت و گسترش استفاده صلح‌آمیز از فضای ماورای جو و اجرام سماوی و نجوم فناوری فضایی،

۱۰. تقویت شبکه‌های ارتباطی ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی به‌وسیله بخش‌های

دولتی، تعاونی، خصوصی و نظارت بر اجرای آنها در چارچوب سیاست‌های کلان کشور،
۱۱. مطالعه، پژوهش، توسعه فناوری و آموزش‌های کاربردی خاص در زمینه توسعه علوم و فناوری‌های فضایی،
۱۲. مشارکت در اجرای پروژه‌های ماهواره‌ای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی در چارچوب سیاست‌های کلی نظام و سایر قوانین و مقررات مربوط،
۱۳. اعمال وظایف حاکمیتی محوله از طریق ارائه سیگنال بخش فضایی (اعم از صوت، تصویر و داده) به متقاضیان در بخش زمینی،
۱۴. اعطای مجوز برای فعالیت در فضا به‌منظور مدیریت یکپارچه بخش فضایی کشور و بهره‌برداری منسجم و هماهنگ از فناوری و امکانات شامل ماهواره‌ها، شبکه ماهواره اختصاصی و یا ملی (شامل موبایل ماهواره‌ای)، ایستگاه‌های اخذ مستقیم، ایستگاه‌های ارسال مستقیم و کنترل ماهواره‌ها در چارچوب ضوابط و مقررات مربوط،
۱۵. دریافت تعرفه‌های مصوب عرضه خدمات فضایی و اعطای مجوز فعالیت در فضا،
۱۶. تعیین صلاحیت پیمان‌کاران و مشاوران غیردولتی برای انجام امور اجرایی و تحقیقاتی فضایی در بخش‌های مختلف کشور در چارچوب قوانین و مقررات مربوط،
۱۷. اجرای برنامه‌های همکاری منطقه‌ای و بین‌المللی در امور فضایی در چارچوب سیاست‌های کلی نظام،
۱۸. مدیریت و بهره‌برداری از موقعیت‌های مداری و ماهواره‌ای و هماهنگی با دستگاه‌های مسئول و پیگیری جهت ثبت بین‌المللی آنها به‌منظور استفاده بهینه از منابع فضایی،
۱۹. مطالعه و برنامه‌ریزی برای تأمین بخش فضایی مورد نیاز کلیه شبکه‌های ماهواره‌ای کشور جهت ارائه خدمات ماهواره از طریق ماهواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی در چارچوب قوانین و مقررات،
در این راه سازمان موظف است برای انجام امور و وظایف محول شده از حداکثر توان بخش‌های غیردولتی در چارچوب سیاست‌های کلی نظام استفاده کند.

**ب) اساسنامه شورای عالی فضایی**

در جلسه مورخ ۱۳۸۳/۱۱/۲۵ هیئت وزیران بنا به پیشنهاد سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور اساسنامه شورای عالی فضایی را تصویب کرد. براساس این مصوبه به‌منظور استفاده صلح‌آمیز از فضای ماورای جو و فناوری‌های فضایی، حفظ منافع ملی و بهره‌برداری منسجم از علوم و فناوری‌های فضایی

در جهت توسعه اقتصادی، فرهنگی، علمی و فناوری کشور، شورای عالی فضایی تشکیل شد.
وظایف این شورا عبارتند از:
• سیاست‌گذاری برای استفاده از فناوری‌های فضایی در بخش‌های امنیتی و استفاده صلح‌آمیز از فضای ماورای جو در چارچوب سیاست‌های کلی نظام با رعایت قوانین و مقررات کشور،
• سیاست‌گذاری ساخت، پرتاب و استفاده از ماهواره‌های ملی تحقیقاتی در چارچوب سیاست‌های کلی نظام با رعایت قوانین و مقررات کشور،
• ارائه پیشنهاد و تدوین برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت مربوط به امور فضایی به دستگاه‌ها و سازمان‌های دولتی و غیردولتی برای طی مراحل قانونی،
• تصویب برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت در بخش فضایی کشور،
• هدایت و حمایت از فعالیت‌های بخش خصوصی و تعاونی در امر استفاده بهینه از فضا،
رئیس‌جمهور (رئیس)، وزیر ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزیر علوم، تحقیقات و فناوری، وزیر دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، وزیر امور خارجه، وزیر صنایع و معادن، رئیس سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، رئیس سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران و رئیس سازمان فضایی ایران (دبیر) و چهار نفر از افراد متخصص در زمینه‌های مختلف علوم و فنون فضایی عضو این شورا هستند. البته وظایف و اختیارات این شورا در محدوده وظایف و اختیارات نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران و سازمان صدا وسیمای جمهوری اسلامی ایران نیست.

**ج) تشکیل سازمان صنایع هوافضای نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران**

در آذر ماه یک هزار و سیصد و هشتاد و چهار مجلس شورای اسلامی به وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران اجازه داد تا به‌منظور انجام تحقیقات، طراحی، ساخت، تولید، خرید، فروش و پشتیبانی در زمینه فناوری‌های مربوط به انواع سیستم‌های موشکی و صنایع فضایی در بخش دفاعی، ایجاد قابلیت‌های بازدارندگی و استفاده بهینه از قابلیت‌ها و منابع مازاد در جهت ارائه خدمات به سایر مؤسسات، سازمان صنایع هوافضای نیروهای مسلح را تشکیل دهد.
با توجه به اهمیت فناوری هوافضا، کمیسیون علمی و پژوهشی جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم نیز در سال ۱۳۸۵ کار تنظیم یک سند

جامع برای علوم و فناوری هوافضا را آغاز کرد. در وحله اول سه وزارتخانه دخیل در موضوع، شامل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح به ارائه گزارش وضعیت این فناوری پرداختند و کار تدوین سند جامع آن براساس گزارش وزارتخانه‌های مختلف و دیدگاه‌های اعضای این شورا به شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری سپرده شد. براساس آخرین اصلاحات انجام شده، این سند در بردارنده پیش درآمد؛ چشم‌انداز؛ اصول و ارزش‌ها؛ سیاست‌های کلان؛ اهداف کلان؛ راهبردهای کلان؛ اقدامات اساسی و اهداف کمی (۱۰ ساله) و الزامات راهبردی در توسعه هوافضای کشور است و مراحل پایانی تصویب خود را در شورای عالی انقلاب فرهنگی طی می‌کند.

**۳-۷-۶. دستاوردهای فعالیت‌های هوافضایی جمهوری اسلامی ایران و چشم‌انداز کشور**

اهداف یا چشم‌انداز بخش فضا در جمهوری اسلامی ایران، برخورداری از فناوری فضایی و دست یافتن به جایگاه اول فضایی در میان کشورهای منطقه است. در چشم‌انداز ۲۰ ساله، بر دستیابی به علوم و فناوری پیشرفته برای تأمین نیاز ملی، همچنین ارتقاء سطح برخورداری جامعه از خدمات و کاربردهای فناوری پیشرفته فضایی تأکید شده است. راهبردهای کلان بخش فضا، سرمایه‌گذاری در بخش آموزش، پژوهش و تحقیقات فضایی به‌منظور تربیت نیروی انسانی، گسترش همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی، ایجاد هماهنگی در تحقق اهداف و اجرای برنامه‌ها و فعالیت‌های فضایی، تأمین نیاز کشور با اولویت استفاده از قابلیت‌ها و توانمندی‌های داخل کشور است. در بند (۹)، امور فرهنگی سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه، ابلاغی مقام معظم رهبری به کسب فناوری هوافضا به شرح زیر تأکید شده است.

بند «۹» امور فرهنگی، علمی و فناوری سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه ابلاغی مقام معظم رهبری

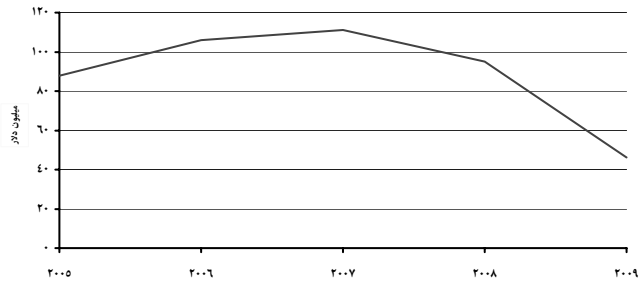
سازماندهی و بسیج امکانات و ظرفیت‌های کشور در جهت افزایش سهم کشور در تولیدات علمی جهان از طریق کسب فناوری به‌ویژه فناوری‌های نو شامل ریز فناوری و فناوری‌های زیستی، اطلاعات و ارتباطات، زیست‌محیطی، هوافضا و هسته‌ای

بند ج ماده «۴۳» قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران

دولت موظف است نظر به اهمیت نقش دانش و فناوری و مهارت به عنوان اصلی ترین عوامل ایجاد ارزش افزوده در اقتصاد نوین، پیش‌بینی تمهیدات

لازم به‌منظـور بهره‌برداری حداکثر از ظرفیت‌های ملی و منطقه‌ای حوزه‌های فنـاوری اطلاعات، فناوری زیسـتی و ریز فناوری، زیسـت‌محیطی، هوافضا و هسته‌ای را به عمل آورد.
بند «ج» ماده (۴۳) قانون برنامه چهارم هم دولت را موظف کرده است که به بخش هوافضا توجه بیشتری داشته باشد.
در برنامه چهارم توسعه، ۴۰۰ میلیارد تومان و ۲ میلیارد دلار برای توسعه فناوری فضایی در نظر گرفته شده است. اعتبارات سازمان فضایی ایران در سال‌های برنامه چهارم توسعه در (نمودار ۵۸) نشان داده شده است.

نمودار ۵۸ .اعتبارات سازمان فضایی ایران در سال‌های برنامه چهارم توسعه




قبل از انقلاب، توجهی به فناوری هوا - فضا در کشور نمی‌شد. تنها دانشگاه علم و صنعت شروع به راه انداختن رشته هوایی کرده و آزمایشگاه خوبی ساخته بود و یک دوره هم دانشجو جذب کرد که با انقلاب اسلامی مصادف شد و دانشجویان این دوره به رشته مکانیک تغییر رشته دادند. آمریکایی‌ها در کشور ما فعالیت‌هایی مثل راه‌اندازی صنایع هواپیمایی ایران را که بیشتر جنبه تعمیر و نگهداری داشت آغاز کرده بودند. فعالیت‌هایی در هلیکوپترسازی و هواپیماسازی ایران شده بود و قرار بود هلیکوپترهای بل تولید شود که متوقف ماند ولی به هر صورت دانشی به عنوان هوا- فضا در داخل وجود نداشت. بعد از انقلاب، فعالیت‌های گسترده‌ای در این حوزه آغاز شد. به خصوص جنگ تحمیلی کشور را وادار کرد که وارد صنعت هوایی شود. در طول دوران بعد از انقلاب توجه بسیاری به فناوری هوافضا شده است. در حال حاضر بسیاری از دانشگاه‌های کشور در رشته‌های مرتبط با هوا فضا به تربیت نیرو می‌پردازند. به لحاظ دستیابی به این فناوری نیز علاوه‌بر ساخت ماهواره‌بر و ماهواره امید - که در سال ۱۳۸۷ پرتاب و با موفقیت

آزمایش شد - در ساخت و تعمیر هلیکوپتر و هواپیما نیز موفقیت‌های زیادی کسب شده است. البته در کنار این دستاوردها، در ساخت موشک، که یکی از کاربردهایش پرتاب ماهواره است، دستاوردهای خوبی نصیب کشور شده است. در حال حاضر ایران یک برنامه عملیاتی ۲۰ ساله برای پرتاب ماهواره در ارتفاعات مختلف و به وزن‌های مختلف دارد که چشم‌انداز روشنی را فراروی هوافضای کشور قرار می‌دهد.

**۸-۶. علوم شناختی**

علوم شناختی، دانشی میان‌رشته‌ای متشکل از روانشناسی شناختی، علم اعصاب شناختی، زبان‌شناسی شناختی، فلسفه ذهن، علم رایانه و هوش‌مصنوعی است.

علوم شناختی در درک فعالیت‌های شناختی انسان مانند ادراک، حافظه، زبان و حل مسئله و اینکه شناخت چگونه و به‌وسیله کدام ابزار زیستی صورت می‌گیرد و چگونه و تا چه حد می‌توان این فعالیت‌ها را با به‌کارگیری ابزارهای فیزیکی شبیه‌سازی کرد، به ما کمک می‌کند.

علوم شناختی با همکاری سایر رشته‌های زیرمجموعه خود در تلاش است تا راز بزرگترین سرمایه آدمی یعنی مغز و ذهن او را کشف کند و کارکردهای مغز را به عنوان عالی‌ترین و پیچیده‌ترین اثر خلقت خداوند بشناسد. دانشمندانی از حوزه‌های علم اعصاب شناسی، زبان‌شناسی، روان‌شناسی، فلسفه و علم رایانه در تعامل با یکدیگر گام‌های با ارزشی را در جهت کشف و تبیین کارکردهای شناختی مغز انسان برداشته‌اند، به‌طوری که در مدت کوتاه سه الی چهار دهه اخیر به یافته‌های گرانبهایی دست یافته‌اند.

امروزه، رویکرد شناختی گرایشی غالب در حوزه مطالعه مغز / ذهن و روان‌شناسی و زمینه‌های کاربردی مربوط بدان است، به‌طوری که مؤسسات، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی بسیاری به تحقیق در این زمینه اشتغال دارند. این تحقیقات در سطوح مختلف انجام می‌گیرد و سطوح ملکولی، سیستمی و اطلاعاتی را در بر می‌گیرد.

علوم شناختی به عنوان یکی از دانش‌های نو محصول تعامل رشته‌های زیر می‌باشد (خرازی و دولتی، ۱۳۸۸):

**۱-۸-۶. روانشناسی شناختی**

روانشناسی شناختی علمی است که با کارکردهای ذهن/مغز و پردازش اطلاعات به‌وسیله آن سروکار دارد و شامل مباحثی از قبیل توجه، هشیاری، ادراک، تفکر، یادگیری، حافظه، اکتساب زبان، استدلال، تصمیم گیری، هوش، خلاقیت، حل مسئله، هیجان و مانند آن است. همچنین روانشناسی شناختی به مطالعه ساختارها و بازنمایی‌های دخیل در شناخت می‌پردازد. بزرگترین

تفاوت میان رویکرد شناختی و رفتارگرایی در آن است که روانشناسان شناختی در صدد تبیین تفصیلی کارکردهایی هستند که در فاصله محرک و پاسخ، در مغز اتفاق می‌افتد. آنها ذهن را دستگاه پردازش نمادها تلقی می‌کنند، به‌طوری که نمادهای مزبور در اثر اجرای فرایندهای گوناگون به نمادهای دیگر تبدیل می‌شوند.

**۶-۸-۲. علم اعصاب شناختی**

در علم اعصاب شناختی، اساساً فعالیت‌های شناختی به دستگاه عصبی نسبت داده می‌شود. هدف پژوهش‌هایی که در چارچوب علم اعصاب شناختی صورت می‌گیرد کشف مبانی عصبی شناخت در قالب سازوکارها و مدارهای عصبی است. یکی دیگر از اهداف علم اعصاب شناختی یافتن تفاوت بین افراد سالم و نابهنجار از نظر کارکردهای شناختی است. از این طریق، شواهدی به دست می‌آید که می‌تواند در فهم چگونگی کارکردهای شناختی انسان بهنجار به ما کمک کند. مطالعه بر روی افراد نابهنجار عمدتاً پیرامون تأثیر جراحت‌های مغزی بر کنش‌های شناختی از قبیل زبان، حافظه، ادراک، توجه، تفکر و حل مسئله انجام می‌گیرد. علاوه‌بر این، نابهنجاری‌هایی نیز که ناشی از تأخیر یا اختلال در رشد شناختی است (مانند نارساخوانی رشدی) در چارچوب این علم مطالعه می‌شود. فناوری‌های جدید از جمله فنون تصویربرداری و ثبت علائم مغزی به این علم کمک شایان توجهی کرده است.

**۶-۸-۳. زبان‌شناسی شناختی**

زبان‌شناسی شناختی علمی است که منشأ اکتساب زبان، تحولات و ساختار آن را مطالعه می‌کند. زبان، موضوعی است که توجه کلیه رشته‌های زیر مجموعه علوم شناختی را به نحوی به خود جلب کرده است. یکی از راه‌های بررسی پدیدهٔ پیچیده‌ای چون زبان، مطالعه نحوه اکتساب و رشد آن در نوزادی است. مطالعاتی که در مورد اکتساب زبان مادری به‌وسیله کودکان صورت گرفته است کمک شایانی به حل مسائل علمی در زمینه زبان و سایر پدیده‌های شناختی مربوط بدان کرده است.

**۶-۸-۴. فلسفه ذهن**

رویکرد فلسفی به مسائل شناختی سابقه‌ای دیرینه دارد و تحت عناوین مختلف از جمله فلسفه ذهن، فلسفه شناخت و معرفت شناسی مطرح شده است. در فلسفه ذهن با رویکرد شناختی به عنوان یکی از شاخه‌های علوم شناختی، به مسائلی از قبیل ماهیت هشیاری و ذهن و رابطه آن با بدن، ادراک و اعتبار آن، تفکر، منطق و استدلال پرداخته می‌شود. اینکه ذهن و شناخت، مادی یا غیر مادی است هنوز از مناقشات جدی در این حوزه نظری

است. رابطه تن و روان اگرچه در پرتو اکتشافات علمی روشن‌تر شده است اما هنوز هم معمایی است که بدون دخالت فلسفه نمی‌توان حل کرد. اعتبار ادراکات و شناخت‌ها نیز موضوع دیگری است که به دلیل اینکه با زیربنای همه جستجوهای علمی سروکار دارد نمی‌تواند در حوزه علوم تجربی به‌طور همه‌جانبه بررسی شود و جایگاه بررسی آن فلسفه ذهن است.

**۶-۸-۵. علم شناخت رایانه‌ای و هوش مصنوعی**

هدف علوم شناختی به معنای عام آن، فهم بهتر دستگاه شناختی انسان و ابداع دستگاه‌های مصنوعی برای برخی از عملیات شناختی است. موضوع مشترکی که در شاخه‌های مختلف علوم شناختی مطالعه می‌شود، نمادها و عملیات روی آنهاست. نمادها عناصر مهم یا ابزار اصلی شناخت به‌شمار می‌روند و وجه مشترک تمام دستگاه‌های شناختی واقعی، انتزاعی یا مصنوعی، دستکاری و عملیات روی همین نمادهاست.

پیشرفت فناوری اطلاعات و وسوسه طراحی رایانه‌ها و نرم‌افزارهایی با توان انجام برخی از توانایی‌های شناختی انسان و نیز گسترش رویکرد پردازش اطلاعات در روان‌شناسی، در تکوین علم شناخت رایانه‌ای مؤثر بوده است. اساس این رویکرد، ارائه الگوی رایانه‌ای برای مغز است.

پژوهش‌هایی که از الگوهای رایانه‌ای استفاده کرده‌اند، ما را به یک نظریه رایانه‌ای از شناخت، رهنمون ساخته‌اند. این نظریه‌ها مدعی‌اند که فعالیت‌های پیچیده ادراکی و شناختی انسان قابل تبدیل به الگوریتم‌ها یا روشمندی‌ها و برنامه‌هایی رایانه‌ای هستند که با منطق محاسبات کمی پیش می‌روند. روش اصلی پژوهش در این زمینه شبیه‌سازی رایانه‌ای است. این روش به ما کمک می‌کند روشمندی خاصی را که برای انجام یک نوع فعالیت شناختی انسان وجود دارد کشف کنیم.

**۶-۸-۶. علوم شناختی در ایران**

علوم شناختی اساساً دانشی نوین است که بیش از چند دهه از عمر آن نمی‌گذرد. این دانش در ایران نیز تنها در سال‌های اخیر مطرح گشته و در حال حاضر درحال گسترش است. از مؤسساتی که در ایران در حوزه علوم شناختی فعالیت دارند، دو مؤسسه را به‌طور خاص می‌توان نام برد:

۱. پژوهشکده علوم شناختی، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی که وابسته به وزارت علوم است و به‌طور خاص درزمینه علم اعصاب شناختی فعالیت دارد و در سطح تحصیلات دکترا به تربیت دانشجو می‌پردازد. حوزه پژوهشی این پژوهشکده بینایی است و مطالعات آن عمدتاً بر روی میمون انجام می‌گیرد و نتایج آن در قالب مقاله در مجلات معتبر بین‌المللی انتشار یافته است.

۲. پژوهشکده علوم شناختی، که یک مؤسسه غیرانتفاعی و غیردولتی است، در سال ۱۳۸۲ به‌وسیله وزارت علوم به عنوان یک مؤسسه پژوهشی معتبر شناخته شد و در حال حاضر در زمینه علوم اعصاب شناختی دانشجوی دکترا و در زمینه روان‌شناسی شناختی دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت می‌کند. این پژوهشکده در حال برنامه‌ریزی برای تأسیس گروه‌های آموزشی و پژوهشی زبان‌شناسی، هوش مصنوعی و فلسفه ذهن و همچنین آموزش و پرورش شناختی، علاوه بر گروه‌های علم اعصاب شناختی و روان‌شناسی شناختی است. به‌این ترتیب با تأسیس این گروه‌ها پژوهشکده علوم شناختی همه زیرمجموعه‌های علوم شناختی را به صورت فعال در اختیار خواهد داشت و در واقع تنها مؤسسه‌ای خواهد بود که در ایران به صورت همه‌جانبه به علوم شناختی و زیرمجموعه‌های آن می‌پردازد.

حوزه فعالیت پژوهشکده علوم شناختی پیرامون محورهای زیر خلاصه می‌شود:

۱. شناخت مغز، سازوکارها و کارکردهای آن،
۲. مطالعه و بررسی راهبردهای پرورش و رشد مغز،
۳. تحقیق در زمینه رفع کاستی‌ها و اختلالات مغزی،
۴. طراحی سامانه‌های مصنوعی با کارکرد مشابه مغز،
۵. مطالعه زمینه‌های کاربردی علوم و فناوری‌های شناختی.

پژوهشکده علوم شناختی تا به حال مقالات زیادی را در مجلات معتبر بین‌المللی منتشر ساخته است. از جمله تحقیقاتی که در این پژوهشکده انجام گرفته و یا در دست انجام است، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. اعتباریابی پرسشنامه‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری مختلف روان‌شناختی، از جمله پرسشنامه کارکردهای اجرائی در کودکان و بزرگسالان و اختلالات طیف اوتیسم و خوانش پریشی.
۲. مطالعه اختلالات مغزی از جمله اوتیسم، کمبود توجه/ بیش فعالی، کارکرد اجرایی و بدرفتاری.
۳. تحقیق درباره ریشه‌های شناختی اعتیاد به مواد مخدر و آثار آن، شناخت درمانی بیماری‌های روانی.
۴. مطالعه ریشه‌های شناختی سندرم تورت.
۵. مطالعه ریشه‌های شناختی اضطراب، حافظه، توجه و عوامل مؤثر بر آنها.
۶. مطالعه آموزش و پرورش شناختی، طراحی برنامه درسی، روش تدریس و شیوه ارزشیابی براساس یافته‌های علوم شناختی.
۷. مطالعه روش‌های اصلاح رفتار براساس یافته‌های علوم شناختی.

پژوهشکده علوم شناختی با تعدادی از دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی داخلی و خارجی همکاری دارد که از آن جمله می‌توان به دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، مرکز تحقیقات تکنولوژی و مهندسی پزشکی، دانشگاه‌های ییل، الهآباد، حیدرآباد، مؤسسه علوم مغزی ژاپن، مرکز تصویربرداری مغزی دانشگاه مسکو، دانشگاه زوریخ، دانشگاه فلوریدا و دانشگاه کوئینز لند استرالیا اشاره کرد.

**۶-۸-۷. تدوین سند راهبردی علوم شناختی**

براساس مصوبه چهلمین جلسه شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم شورای عالی انقلاب فرهنگی مورخ ۱۳۸۷/۳/۲۱ کارگروه تدوین سند راهبردی علوم و فناوری‌های شناختی با تشکیل اولین جلسه خود در مهرماه سال ۱۳۸۷ شروع به‌کار کرد. این کارگروه متشکل از زیرمجموعه‌های تخصصی علم اعصاب، فلسفه، روان‌شناسی، زبان‌شناسی، هوش مصنوعی، آینده‌پژوهی و کمیته تلفیق می‌باشد که وظیفه تدوین سند راهبردی این حوزه از فناوری را بر عهده دارد. در دی ماه ۱۳۸۸ سند فناوری علوم شناختی نیز آماده و برای تصویب تحویل شورای تخصصی شد. امید می‌رود با تصویب سند راهبردی علوم و فناوری‌های شناختی در شورای عالی انقلاب فرهنگی و حمایت دولت از این دانش نو، گام مهمی در راستای توسعه این دانش و فناوری در ایران برداشته شود.

**۶-۹. فناوری اطلاعات**

در هزارهٔ سوم، فناوری اطلاعات به عنوان یکی ازعمده‌ترین محورهای تحول و توسعه در جهان منظور شده است و دستاوردهای ناشی از آن، آن چنان با زندگی مردم عجین شده که رویگردانی از آن، اختلالی عظیم در جامعه و رفاه و آسایش مردم به وجود می‌آورد. برای مثال، رایانه‌ای شدن بسیاری از امور جاری مردم، انجام بسیاری از کارهای روزمرهٔ بانکی با استفاده از اینترنت و شبکه‌های ارتباطی در منزل، آموزش الکترونیکی و مجازی و عدم نیاز به حضور در کلاس‌های درس و توسعه و ترویج تجارت الکترونیکی از نتایج و دستاوردهای فناوری اطلاعات است. عواملی که هرچند در مراحل اولیه رشد و تکامل قرار دارند؛ اما در همین حد نیز در رفاه و آسایش انسان نقش بسیار مهمی دارند.

از این رو فناوری اطلاعات از جملهٔ ۶ فناوری برتر در کشور است که در سیاست‌های کلی سند چشم‌انداز و برنامه چهارم توسعه، بر توسعه آنها تأکید شده است.

**۱-۹-۶.عناصر و بخش‌های اصلی فناوری اطلاعات**

این فناوری متشکل از چهار عنصر اساسی «انسان، ساز و کار، ابزار، ساختار» است، به‌طوری‌که در این فناوری، اطلاعات از طریق یک زنجیرهٔ ارزشی، که از به‌هم پیوستن این عناصر ایجاد می‌شود جریان یافته و پیوسته تعالی و تکامل سازمان را فراراه خود قرار می‌دهد:

- انسان: منابع انسانی، مفاهیم و اندیشه، نوآوری.
- ساز و کار: قوانین، مقررات و روش‌ها، سازوکارهای بهبود و رشد، سازوکارهای ارزش‌گذاری و مالی.
- ابزار: نرم‌افزار، سخت‌افزار، شبکه و ارتباطات.
- ساختار: سازمانی، فراسازمانی مرتبط، جهانی.

از سوی دیگر می‌توان فناوری اطلاعات و ارتباطات را مشتمل بر سه بخش اساسی زیر در نظر گرفت:

زیرساخت اطلاعات Information Infrastructure : II

فناوری‌های اطلاعات Information Technologies : IT

کاربردهای اطلاعات Information Applications :IA

**۲-۹-۶. زیر ساخت اطلاعات** (II)

عناصر زیرساخت اطلاعات (II)، نیازمند استفاده از تجهیزات و امکانات فیزیکی گسترده‌ای مانند سیستم‌های سوئیچینگ، روتینگ، شبکه‌ای گسترده از خطوط تلفن ثابت، سیار و شبکه‌های رادیویی می‌باشند. در این رابطه و به‌منظور انجام عملیات و مدیریت زیرساخت فیزیکی متشکل از عناصر و تجهیزات سخت‌افزاری، باید از سخت‌افزار و نرم‌افزارهای متعددی استفاده شود. با طراحی و پیاده‌سازی زیرساخت اطلاعات (بستر ارتباطی)، امکان ارتباط دستگاه‌های مختلفی مانند تلفن‌های ثابت، تلفن‌های سلولی، دستگاه‌های بدون کابل، کامپیوترهای شخصی و سرویس‌دهندگان به شبکه فراهم و آنان قادر به استفاده از سرویس‌ها و خدمات مختلفی می‌باشند.

ارتباط با زیرساخت اطلاعاتی (ارتباطی) ممکن است به صورت مستقیم (از طریق شبکه‌ایجاد شده) و یا با استفاده از تجهیزات خاصی مانند مودم، کارت‌های ISDN[1] ، خطوط DSL[2] و یا دستگاه‌های بدون کابل، ایجاد شود. معمولاً برای سنجش میزان شکاف دیجیتالی بین جوامع فقیر و ثروتمند، به تنوع، تعداد و کیفیت وسایل ارتباطی در زمینه زیرساخت، استناد می‌گردد. بدیهی است با فرض ایجاد زیرساخت اطلاعات، بدون وجود دستگاه‌های

1 . Digital Subscriber Line
2 . Digital Subscriber Line

ارتباطی (از بعد کمی و کیفی)، امکان استفاده مطلوب و بهینه از زیرساخت و درنهایت بهره‌مندی از دستاوردها و پتانسیل‌های ارائه شده در بخش‌های فناوری اطلاعات و کاربردهای اطلاعات، وجود نخواهد داشت. دستگاه‌های ارتباطی (مانند تلفن‌های ثابت و سلولی) به عنوان شرط لازم برای ورود به بزرگراه‌های اطلاعاتی مطرح می‌باشند. بدیهی است تنوع، کیفیت و مقرون به صرفه بودن دستگاه‌های ارتباطی، گزینه‌های متعددی را به‌منظور استفاده از منابع اطلاعاتی در اختیار متقاضیان قرار می‌دهد. امکان دستیابی آحاد جامعه به منابع اطلاعاتی، یکی از عناصر اصلی سیاست‌گذاری در زمان تعریف استراتژی توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در هر جامعه می‌باشد.

**۳-۹-۶. فناوری اطلاعات** (IT)

در زیرمجموعه فناوری اطلاعات (IT)، از سخت‌افزارهای متعددی مانند سرویس‌دهندگان، ایستگاه‌های کاری و برخی رایانه‌های بزرگ به همراه دستگاه‌های ذخیره‌سازی مختلفی، استفاده می‌گردد (مانند استفاده از رایانه‌های داخلی که مسئول سرویس‌دهی به سایر عناصر موجود در بخش فناوری اطلاعات هستند و یا سرویس‌دهندگان خارجی که مسئولیت ارائه سرویس‌های داده مانند اینترنت را بر عهده دارند). به‌رغم استفاده گسترده از عناصر سخت‌افزاری در زیرمجموعه فناوری اطلاعات، نرم‌افزار، حضوری چشم‌گیرتر داشته و اکثر عملیات نسبت داده شده به این بخش، مستلزم استفاده از نرم‌افزار می‌باشند.
مهمترین موضوعاتی که در فناوری اطلاعات مورد توجه قرار می‌گیرند شامل مواردی چون: ذخیره‌سازی اطلاعات، پردازش و ارائه اطلاعات، سیستم‌های عامل، زبان‌های برنامه‌نویسی، مهندسی پروتکل‌ها، و نرم‌افزارهای کاربردی است.

**۴-۹-۶. کاربردهای اطلاعات** (IA)

هدف عمده در بخش کاربردهای اطلاعات، ارائه سرویس‌ها و خدمات گسترده به‌منظور افزایش کارایی و بهره‌وری در ابعاد متفاوت اجتماعی در یک جامعه اطلاعاتی است. در این رابطه با توجه به نقش محوری و حمایت بخش زیرساخت اطلاعات و دستاوردهای بخش فناوری اطلاعات، امکان ارائه سرویس‌ها و خدمات متنوع و گسترده و پویایی در بخش کاربردهای اطلاعات، فراهم می‌شود. در بخش کاربردهای اطلاعات، به‌رغم استفاده از سخت‌افزار، محور عملیات و هستهٔ اساسی را طراحی و پیاده‌سازی نرم‌افزار تشکیل می‌دهد.
در کاربردهای اطلاعات، مواردی چون: ارائه خدمات، اشتراک دانش، مدیریت عمومی، سرویس‌های اجتماعی، راه‌حل‌های تجاری و تولید و نشر محتوا مورد

توجه قرار می‌گیرد.
عدم تحلیل مناسب در هر یک از بخش‌های فوق، امکان استفاده از مزایا و دستاوردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات را عملاً با مشکل مواجه می‌کند. در برخی از کشورها با توجه به جایگاه گستردهٔ تجهیزات سخت‌افزاری و ارتباطی در ایجاد زیرساخت اطلاعات، تمام تلاش انجام شده در جهت توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، محدود به این بخش بوده و به سایر بخش‌ها (فناوری اطلاعات و کاربردهای اطلاعات) کمتر توجه می‌شود. فراموش نکنیم که زیرساخت اطلاعات، صرفاً بستر ارتباطی و گزینه‌های متعددی را به‌منظور استفاده از دستاوردها و مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات در اختیار شهروندان یک جامعه قرار می‌دهد و باید تلاش مضاعفی برای توسعه سایر بخش‌ها و یا ایجاد زیرساخت‌های جانبی دیگر صورت پذیرد. برای مثال بدون وجود یک زیرساخت قانونی، امکان استفاده از مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات در مواردی همچون تجارت الکترونیک، وجود نخواهد داشت.

**۵-۹-۶. دیدگاه‌های متفاوت در رابطه با جامعه اطلاعاتی و فناوری اطلاعات**

فناوری اطلاعات براساس سه دیدگاه قابل تعریف است. در ادامه این سه دیدگاه به صورت اختصار ارائه شده است.

**دیدگاه کلاسیک**

گردآوری، ساماندهی، ذخیره و نشر اطلاعات اعم از صوت، تصویر، متن یا عدد که با استفاده از ابزار رایانه‌ای و مخابراتی صورت پذیرد.

**دیدگاه فنی**

تجهیزات و روش‌های مورد نیاز به‌منظور تبدیل متن، صوت، تصویر و فیلم به اطلاعات دیجیتالی قابل ذخیره و بازیابی

**دیدگاه عمومی**

همه شکل‌های فناوری که برای ایجاد، ذخیره و استفاده از شکل‌های مختلف اطلاعات (شامل اطلاعات تجاری، مکالمات صوتی، تصاویر متحرک، داده‌های چند رسانه‌ای و...) به کار می‌رود (تدوین راهبردهای تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۶: ۲۱۵-۲۱۸).

جامعه اطلاعاتی، مقدمه‌ای ضروری برای دسترسی به جامعه دانایی‌محور و آن نیز مقدمه‌ای ضروری برای دستیابی به جامعه مقتدر است. چرخهٔ تبدیل اطلاعات به دانایی و دانایی به اقتدار به‌طور فزاینده و چرخشی موجب اقتدار هر چه بیشتر جوامع اطلاعاتی خواهد بود.

اینک تمام جوامع دریافته‌اند که تولید علم امری مربوط به تمام انسان‌هاست و انسان‌ها برای جمع‌آوری علم و فناوری به یکدیگر نیاز دارند. برای ثمربخشی

تولید علم، نیازمند دستیابی به جامعه اطلاعاتی هستیم. از این رو در اجلاس سران برای جامعه اطلاعاتی در سال ۲۰۰۳ در ژنو اعلامیهٔ اصولی به سرعت به تصویب رسید و برای آن، برنامه‌های اقدامی در نظر گرفته شد و به امضای تمام اعضا رسید و در اجلاس دوم سران جامعه اطلاعاتی در تونس مورد تأکید قرار گرفت. این اعلامیه و برنامه‌های مصوب آن، آینده جهان را رقم خواهد زد و عدم توجه کافی و مناسب به ابعاد گوناگون آن موجب عقب‌افتادگی از صحنه اقتدار جهانی خواهد بود.

**۶-۹-۶. ضرورت ایجاد مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور**

فناوری اطلاعات، منبعی پایان‌ناپذیر است و مانند سایر عوامل تولید همچون نیروی کار و سرمایه دستخوش زوال و نابودی نمی‌شود. (شاید مهمترین نیروی پیش برندهٔ جهانی شدن اقتصاد است و از دیگر سو به صورت ابزاری جهت جهانی شدن به‌شمار می‌رود.)

بنابراین به موازات تحولات دو دهه اخیر در زمینهٔ فناوری و به دنبال جهانی شدن، فناوری و به‌خصوص فناوری اطلاعاتی به عنوان منبع جدیدی برای رقابت مطرح می‌شود.

ارتقاء سطح استفاده از فناوری اطلاعات در اقتصاد و تجارت موجب افزایش اطلاعات و رشد گردش اطلاعات موجود در سیستم اقتصادی گردیده و از این طریق، موجب افزایش فضای رقابتی حاکم بر فعالیت‌های اقتصادی شده و به تبع آن منافع ناشی از رقابت‌مندی حاصل می‌شود. به بیان دیگر استفاده از IT موجب کاهش هزینهٔ دسترسی بیشتر به اطلاعات، کاهش و حذف محدودیت‌های بازار، افزایش تعداد عرضه‌کنندگان کالاها، بالارفتن قدرت انتخاب مصرف‌کنندگان، افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه و بهای تمام شده و در نهایت افزایش توان رقابت و رقابت‌مند شدن بنگاه‌ها، بخش‌ها و اقتصاد ملی می‌شود.

همچنین اشاعه و استفاده از IT موجب کاهش نیاز به سایر امکانات فیزیکی در بخش‌های اقتصادی و غیراقتصادی شده و از این راه صرفه‌های مادی و معنوی فراوانی را ایجاد می‌شود. استفاده از IT در هر بخش دارای اثر اشاعه‌دهنده بر سایر بخش‌هاست و بنابراین اثرات آن به صورت فزاینده در اقتصاد یک کشور و در نهایت در اقتصاد جهانی نمایان می‌شود، به‌طوری که می‌توان گفت استفاده از IT در سطوح مختلف سازمانی (دولتی یا خصوصی) موجب بهبود و اصلاح نظام مدیریت و روان‌سازی امور شده و به‌این ترتیب ضمن کاهش هزینه‌ها و آزادسازی نیروها و منابع فیزیکی و انسانی، کارایی اقتصادی را افزایش می‌دهد و موجب افزایش توان رقابتی یا رقابت‌مندی در

سطح بین‌المللی می‌گردد.
فناوری اطلاعات، نظام حقوقی کشورها را نیز به چالش می‌کشد به‌گونه‌ای که تعیین حدود آزادی جریان اطلاعات، مالکیت فکری، حریم خصوصی، ثبت اموال نرم‌افزاری و نظایر آن نیازمند تصویب قوانین و مقررات جدید می‌باشد. امنیت نیز از اثرات پدیدهٔ فناوری اطلاعات بی‌بهره نمانده و تأمین امنیت بین‌المللی، ملی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی تعاریف جدیدی پیدا کرده است و تهدیدات امنیتی مختلفی از طریق اینترنت، بازی‌های رایانه‌ای و سایر اشکال کشورها را در معرض خطر قرار داده است.
به تجربه ثابت شده است که فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای پیشرفت، تعالی و توسعه نقش محوری دارد؛ زیرا قوی‌ترین ابزار برای مدل‌سازی، پیش‌بینی، برنامه‌ریزی، کنترل پروژه‌ها و اصلاح به موقع برنامه‌ها است. از همین رو برای اینکه فناوری اطلاعات و ارتباطات به محور توسعه همه‌جانبهٔ کشور بدل شود، باید به نحوی از انحا، مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور شکل گیرد؛ یعنی یک اصلاح ساختار اساسی در این بخش لازم است. چنین مدیریتی نباید فقط به فکر دولت و تدارک وزارتخانه‌ها و سازمان‌های دولتی، از لحاظ تسهیلات و تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات باشد، بلکه باید برنامه‌ای حداکثری برای ارائه خدمات الکترونیکی در سراسر کشور اعم از خدمات دولتی و غیردولتی عمومی یا غیردولتی خصوصی تدوین کند.
با این وصف هیچ موردی را در مجموعه سیاست‌ها نمی‌توان یافت که به کل بی‌ارتباط با فناوری اطلاعات و ارتباطات باشد.
در اینجا لازم است نمونه‌هایی از سیاست‌هایی که تحقق آن، امروزه در گرو توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات است و یا با فناوری اطلاعات و ارتباطات بهتر می‌توان به آنها تحقق بخشید، ارائه شود.

**امور علمی و فناوری**

ایجاد تحول در نظام آموزش عالی و پژوهش هر چند دارای ابعاد متنوعی مثل افزایش بودجه، افزایش دانشجویان، ارتباط مؤثر بین دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی با صنعت، یادگیری الکترونیکی، آموزش و پرورش الکترونیکی و درس افزار همگی سیاست‌های مهم حوزه علم و فناوری است، اما تحقق همه این موارد امروزه خود نیازمند فناوری اطلاعات و ارتباطات است.

**امور اجتماعی**

افزایش تحرک و کارآیی، بهبود خدمت‌رسانی به مردم، تأمین کرامت و معیشت کارکنان، به‌کارگیری مدیران و قضات لایق و امین و تأمین شغلی آنان، حذف یا ادغام مدیریت‌های موازی، تأکید بر تمرکززدایی در حوزه‌های

اداری و اجرایی، پیشگیری از فساد اداری و مبارزه با آن و تنظیم قوانین مورد نیاز از مهمترین اموری است که فناوری اطلاعات، تحقق آن را سهل‌تر می‌کند؛ اما کاراترین ابزار تحقق این سیاست‌ها، خودکارسازی ادارات و راه‌اندازی قضاوت الکترونیکی یا محاکم الکترونیکی و دلالت الکترونیکی است که همگی آنها در قالب‌های شکلی مختلف مانند قضاوت الکترونیکی، محاکم الکترونیکی و دلالت الکترونیکی و مجموعه خدماتی از این سنخ است که به صورت برخط، از وبگاه[1] وزارت دادگستری و به‌ویژه از طریق پورتال این وزارتخانه، قابل دریافت است. زیربنای این خدمات، دادگاه‌های قانونی و حقوقی قابل دسترس از سوی قضات و وکلای حقوقی متهمان است. بدون شک همه خدمات مذکور، ذیل خدمات زمامداری الکترونیکی، عرضه و یکپارچه می‌شوند.

باید توجه داشت که از همین رو باید به جای دولت الکترونیکی از اصطلاح عام‌تر حکومت الکترونیکی استفاده کرد؛ چرا که نه تنها قوهٔ مجریه بلکه قوای قضائیه و مقننه نیز در فضای رایانه‌ای حکومت الکترونیکی، حضور دارند و علاوه بر اینها سایر بخش‌های حاکمیتی غیردولتی مثل نهادهای زیرمجموعه رهبری در آن به ارائه خدمات می‌پردازند. در سایر سیاست‌ها نیز توجه به فناوری اطلاعات و ارتباطات مهمترین اصل در تبدیل سیاست‌ها به راهبرد و برنامه اجرایی می‌باشد.

بر همین اساس است که هم در برنامه چهارم توسعه و هم در سیاست‌های کلی برنامه پنجم، رویکرد بهره‌گیری از این فناوری در جای جای آنها وجود دارد. یکی از مهمترین دلایل این رویکرد اهمیت یافتن نقش اطلاعات، و مدیریت اطلاعات در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری است. فناوری اطلاعات ابزار توانمندی برای مدیریت اطلاعات تلقی می‌شود که درخصوص سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری در برنامه پنجم توسعه، اهمیت اطلاعات به صورت روشن و شفاف، نمود یافته است. از همین رو برنامه پنجم توسعه در سیاست‌ها باید پاسخی درخور به این توجه داشته باشد.

**۷-۹-۶. بررسی وضعیت کشور براساس ساختارهای جامعه اطلاعاتی**

همان‌طور که ذکر شد جامعه اطلاعاتی جامعه‌ای است همراه با خدمات اطلاعاتی رسانه‌های همگانی که با آهنگی سریعتر از دیگر جوامع و با تفوق بر اندوخته‌های تجربی و دانش محض به پیش می‌رود؛ جامعه‌ای که ارتباطات، عامل انتقال‌دهنده واقعی برای ایجاد تغییر و تحول در هر فرد به‌منظور دستیابی عملی به اطلاعات بی‌حد و مرز است و در آن، ارتباطات شبکه

1 - website

اطلاعاتی جهانی، جایگزین سرویس ارتباطات تلفنی جهانی شده و تولید ارزش‌های اطلاعاتی عامل تعیین‌کننده‌ای در توسعه جامعه است. در جامعه اطلاعاتی، الگوهای سطح زندگی شغلی، اوقات فراغت، نظام آموزشی، و عرصهٔ داد و ستد مشخصاً از پیشرفت اطلاعات و دانش فنی متأثر است. این پدیده نشأت گرفته از رشد فزایندهٔ تولید انبوه اطلاعات در طیف گستردهٔ رسانه‌های جمعی است که اکثر آنها به صورت الکترونیکی ظهور می‌کنند.(Martin, 1995)

رشد اطلاعات و دانش در سال‌های اخیر بسیار سریع بوده است و از این منظر، عصر حاضر را عصر انفجار اطلاعات نامیده‌اند. همان‌طور که پیشتر گفته شد، جامعه اطلاعاتی مقدمه‌ای ضروری برای دسترسی به جامعه دانایی محور و مقتدر است. در جوامع امروزی، اطلاعات و دانش به عنوان یک منبع راهبردی و یک سرمایهٔ ملی و ارزشمند محسوب می‌شود. امروزه میزان دانش بشری و اطلاعات تخصصی در عرض هر ۱۸ ماه دو برابر می‌شود و جدیدترین اطلاعات و دانش‌ها در مدت زمانی کمتر از ۴ سال از رده خارج شده و قدیمی محسوب می‌شوند. در چنین شرایطی پدیدهٔ فناوری اطلاعات که با هدف مدیریت تولید، توزیع و بهره‌برداری از این اطلاعات شکل گرفته است تبدیل به موضوعی میان‌رشته‌ای گردیده و ابعاد و مؤلفه‌های بسیاری از جوامع امروز بشری را دربر می‌گیرد. ارتباط فناوری اطلاعات با سایر حوزه‌ها مانند فرهنگ، اقتصاد، امنیت، اجتماع، سیاست و علوم بشری به گونه‌ای درهم تنیده و پیچیده شده است که بسیاری از مبانی و اصول این حوزه‌ها را متحول و دگرگون ساخته و سبب شده است، مفاهیمی چون جامعه اطلاعاتی با تمام ابعاد آن شکل گیرد.

برخی از ناظران معتقدند پیشرفت در جامعه اطلاعاتی می‌تواند نشانهٔ تحول در ارزش‌های فرهنگی باشد. این تحولات عمدتاً تحت تأثیر خط و زبان بیگانه صورت می‌گیرد. از آنجا که این خط و زبان، ابعاد فرهنگی خویش را به دنبال دارد، در صورتی که به‌درستی مدیریت نشود، موجبات تحولات سلبی فرهنگی را پدید خواهد آورد. باید خاطرنشان کرد که جوامع مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی در برابر حضور فناوری‌های پیشرفته دارند و حتی فرهنگ جهانی الکترونیک مستعد پذیرش تأثیرات محلی و ملی است. به عبارت دیگر، یک تحول دوسویه در حال رخ نمایی است که ناشی از عرضهٔ فرهنگ‌های متفاوت به یکدیگر و تأثیرپذیری آنها از همدیگر است. در حقیقت آنچه در حال وقوع است توسعه و تعامل گستردهٔ فرهنگ‌هاست. در این مسیر البته فرهنگی که قوی‌تر باشد و محتوای خویش را با کمیت و کیفیت بیشتر و بهتری عرضه کند غلبه خواهد یافت. این یک جنگ نرم است که در دنیای

رسانه اتفاق می‌افتد و البته هر چه یک فرهنگ حضوری قوی‌تر در آن داشته باشد، موفق‌تر خواهد بود.
در حال حاضر کشورهای فقیر و در حال توسعه از جمله ایران در خط فقر نسبی اطلاعات قرار دارند که اصطلاحاً به آن «شکاف دیجیتالی» می‌گویند. پل‌زدن بر روی این شکاف دیجیتالی نیازمند اقدامات اساسی در حیطهٔ دو شاخص اصلی جامعه اطلاعاتی است؛ اول، دسترسی‌های ارتباطی و دوم، تولید اطلاعات انبوه داخلی. در حال حاضر نرخ دسترسی به اینترنت در ایالات متحده ۷۰درصد، در کانادا، ژاپن و کره جنوبی ۶۷درصد و در کشورهای اتحادیه اروپا ۵۲درصد، در مالزی ۴۰درصد، و در ترکیه ۲۱درصد است؛ درحالی‌که این نرخ در کشور ما در ابتدای سال ۱۳۸۸ حدود ۲۷/۵درصد (حدود۲۰ میلیون نفر) است.
بر این اساس سعی می‌شود تا وضعیت کشور براساس ارکان پنجگانه جامعه اطلاعاتی مورد بررسی قرار گیرد.
در هر کشوری جامعه اطلاعاتی بر ارکان پنج‌گانه ذیل استوار است:

**دسترسی شبکه‌ای**

دسترسی شبکه‌ای مشتمل بر زیرساخت‌های شبکه، نرم‌افزارهای بنیادین و کاربردها و تجهیزات سخت‌افزاری است. در این بخش به‌رغم اینکه کشور در وضع مطلوبی نسبت به سایر کشورهای آسیایی قرار دارد؛ اما هنوز یک زیرساخت قابل اعتماد یکپارچه و هماهنگ برای ایجاد جامعه اطلاعاتی در کشور وجود ندارد. عدم تطابق زیرساخت‌های شبکه‌ای ایجاد شده بدون رعایت استانداردهای ملی هزینه‌های سنگینی را به کشور تحمیل کرده و در آینده خواهد کرد.
از آنجایی که کشور در بخش سخت‌افزار به‌طور کلی وابسته به خارج است، ضمن اینکه بازار خوبی را برای سایر کشورها به‌وجود آورده است، عدم هماهنگی در سیاست‌ها، راهبردها و برنامه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور باعث شده است تا وضعیت شفافی در زیرساخت‌های سخت‌افزاری کشور هم نداشته باشیم. ناگفته نماند که تحریم نیز در این حوزه بی‌تأثیر نبوده است.

**یادگیری شبکه‌ای**

این رکن بر مؤلفه‌هایی مانند میزان بهره‌برداری از فناوری‌ها در امور آموزشی، و میزان توسعه آموزش‌های مورد نیاز مردم برای برخورداری از فناوری اطلاعات تأکید می‌کند.
در به‌کارگیری دانش فنی نیروی انسانی، زیربخش‌های صنعت فناوری

اطلاعات و ارتباطات در ایران وضعیت متفاوتی دارند. از این منظر، صنعت نرم‌افزار در وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر زیربخش‌ها قرار دارد. در این صنعت توانایی تولید و نگهداری از سیستم‌های اطلاعاتی و ابزارهای ارتباطی و محاسبه‌ای به‌طور نسبی وجود دارد. در ارائه خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز وضعیت به‌کارگیری دانش فنی نیروی انسانی مانند صنعت نرم‌افزار از وضعیت بهتری برخوردار است. در حالی‌که در صنعت سخت‌افزار، قسمت عمدهٔ نیروی انسانی شاغل، در بخش بازرگانی، فروش و خدمات آن فعال هستند. همچنین قسمت اعظم تجهیزات مخابراتی همانند دیگر قطعات و تجهیزات سخت‌افزاری از خارج کشور وارد می‌شود. عمده نیروی انسانی شاغل در زیربخش مخابرات، به فعالیت‌های ارائه خدمات و بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات مشغول هستند. علت اصلی این مسئله در سخت‌افزار و مخابرات، وابستگی کاربرد دانش فنی در این دو زیر بخش به فناوری‌های پیشرفته مرتبط با آنها در کشور است. در حالی‌که بخش‌های نرم‌افزار و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات که محصول آنها کالای نامحسوس است؛ با تکیه بر دانش نیروی انسانی قادر به تولید و ارائه خدمات هستند.

در دوره‌های اخیر در بخش آموزش و پرورش، آموزش‌های داده شده برای دانش‌آموزان باعث شده است تا دانش‌آموزان، خصوصاً در شهرهای بزرگ، از دانش نسبتاً قابل قبولی در رابطه با رایانه و فناوری اطلاعات و ارتباطات برخوردار باشند؛ اما در سطح بزرگسالان، کشور، دچار فقر دانشی بوده و هست و همین فقر دانشی در بزرگسالان باعث کندی حرکت کشور به سوی جامعه اطلاعاتی شده است. ایجاد سازوکارهای لازم برای آموزش بزرگسالان در این حوزه سرعت کشور را در نیل به جامعه اطلاعاتی افزایش خواهد داد. در همین بخش ضعف دانشی در حوزه فناوری‌های نرم‌افزارهای چند رسانه‌ای باعث شده تا امکان تولید محتوای آموزش الکترونیکی به میزان کافی و قابل استفاده وجود نداشته باشد. البته با تأسیس دانشکدهٔ چند رسانه‌ای در دانشگاه هنر اسلامی تبریز در سال ۱۳۷۶ و پذیرش دانشجو در این رشته امید است با استقبال دانشگاه‌های دیگر این نیاز برطرف شود. عدم وجود زیرساخت شبکه‌ای با پهنای باند کافی نیز استفاده از امکانات موجود را دچار مشکل کرده است. در عین حال بعضی از دانشگاه‌ها اقدام به راه‌اندازی دوره‌های آموزش مجازی کرده‌اند.

**جامعه شبکه‌ای**

عمق استفاده از فناوری اطلاعات در زندگی روزمره مردم، میزان اعتماد و باور آنها به ارزش افزوده فناوری اطلاعات، وجود قوانین معنادار مانند

سطح آزادی، دسترسی به اطلاعات، حریم خصوصی، مالکیت فکری و تولید و سامان‌دهی محتوای مورد نیاز مردم، نشانگر میزان تحقق جامعه شبکه‌ای می‌باشد.

اگرچه بسیاری از سازمان‌ها و دستگاه‌ها پورتال‌های اطلاعاتی خود را در شبکه اینترنت ایجاد کرده و زیرساخت‌های دولت الکترونیک ایجاد شده و سازمان‌ها یکی پس از دیگری در حال الحاق به این شبکه هستند؛ اما بنا بر دلایل ذکر شده در بخش دسترسی شبکه‌ای و بسیاری مشکلات دیگر، ایجاد یک شبکه کامل دولت الکترونیک با زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و شبکه موجود و همچنین زیرساخت‌های قانونی کشور، بسیار دشوار به نظر می‌رسد.

**اقتصاد شبکه‌ای**

در این محور، توجه ویژه بر زنجیرهٔ تأمین شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید می‌باشد. ضعف زیرساخت‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و شبکه‌ای، در زمینه اقتصاد شبکه‌ای به علاوه عدم توافق مراجعِ قانون‌گذار و مجری بر روی قوانین تجارت الکترونیک در کشور و نگاه کاملاً دولتی به اقتصاد و نظارت اقتصادی، ایجاد اقتصاد شبکه‌ای را در کشور با مشکلات عدیده‌ای روبرو کرده است. شرایط کلی اقتصادی برای بخش مخابرات از نگاه مراقبت تجاری در سال ۲۰۰۵ در جدول ۱۵ آمده است.

**جدول ۱۵ شرایط کلی اقتصادی برای بخش مخابرات از نگاه مراقبت تجاری در سال ۲۰۰۵**

| عنوان کشور | محدودیتهایی که بر بازده بالقوه اثرگذارند | | محدودیتهایی که بر بازده مورد انتظار اثرگذارند | | میانگین کلی | رتبه منطقه‌ای |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | بازار مخابرات | ساختار کشور | استقلال رگولاتور | ریسک کشور | | |
| عربستان سعوی | ۷۲/۵ | ۷۶/۷ | ۷۰ | ۶۹/۷ | ۷۲/۷ | ۱ |
| بحرین | ۵۰ | ۹۶/۷ | ۷۰ | ۷۱/٤ | ۶۷/۶ | ۲ |
| کویت | ۵۲/۵ | ۷۶/۷ | ۶۰ | ۸۲/۹ | ۶۱/۷ | ۳ |
| امارات متحده عربی | ۵۲/۳ | ۷۶/۷ | ٤۰ | ۸۲/٤ | ۶۰/۹ | ۶ |
| عمان | ٤۵ | ۷۳/۳ | ۷۰ | ۷۸/٤ | ۶۰/۷ | ۷ |
| اردن | ٤٤ | ۶۶/۷ | ۸۰ | ۵۳/۹ | ۵۶/٤ | ۸ |
| ترکیه | ٤۶ | ۵۵/۳ | ۷۰ | ۵٤/۳ | ۵۳/۱ | ۹ |
| ایران | ۵۲/۵ | ۵۶/۳ | ۱۰ | ۶۱/۳ | ٤۸/٤ | ۱۰ |

**سیاست‌گذاری شبکه‌ای**

این حوزه، توانمندی سیاست‌گذاران و رهبران در تحلیل راهبردی پدیده‌های نوین به‌ویژه فناوری اطلاعات و راهبری متناسب جامعه مانند تعیین مسیر خصوصی‌سازی شرکت‌های مخابراتی و ارتباطی، ایجاد سیاست‌های رقابتی بین آنها برای کاهش قیمت دسترسی، سیاست‌گذاری‌های امنیتی و سیاسی را دربر می‌گیرد.

عدم وجود اطلاعات قابل اعتماد و یکپارچه، زیرساخت‌های شبکه‌ای برای مدیریت و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم در تمام سطوح، امکان سیاست‌گذاری صحیح را در تمام حوزه‌های فرهنگی، اقتصادی و سیاسی از مدیران عالی کشور گرفته است.
خلاصه آنکه عرصهٔ فناوری اطلاعات سرمنشأ تحولات بنیادین در آینده نزدیک خواهد بود و مفاهیم جدید فرهنگی، اقتصادی، سیاسی و امنیتی شکل خواهد گرفت که توجه حاکمیتی به این حوزه از مهمترین مسئولیت‌های نظام است و عدم توجه به موضوعات فوق‌الذکر در آینده نزدیک کشور را در رقابت با سایر کشورها دچار بحران‌های عدیده خواهد کرد.
با وجود چنین زمینه و شرایطی، اکثر دولت‌های جهان گام در مسیر تحقق هر چه بیشتر آمادگی الکترونیکی کشورشان نهاده‌اند. آمادگی الکترونیکی در واقع توانایی شبکه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور برای تطبیق مؤثر نسبت به پیشرفت است.

**۸-۹-۶. تحلیلی بر قوانین و مصوبات مربوط به فعالیت‌های اینترنتی و شبکه‌های اطلاع‌رسانی در کشور**

نگاهی به مجموعه قوانین و مقررات موجود در کشور در حوزه فعالیت‌های اینترنتی و شبکه‌های اطلاع‌رسانی، از یک سو مبین نوعی احساس ضرورت برای تدوین مقررات لازم در این خصوص بوده و از سوی دیگر خلأهای زیادی را نشان می‌دهد.
قوانین موجود، صرفاً گوشه‌هایی از پدیده‌ها و فرآیندهای مربوط به حوزه اینترنت را پوشش و سامان می‌دهد و سایر فرآیندها و پدیده‌ها (از جمله حقوق قراردادها در اینترنت، حقوق مالکیت معنوی در اینترنت، حقوق کیفری اینترنت و...) در حال حاضر فاقد مقررات و ضوابط لازم می‌باشند.
برخی از این قوانین عبارتند از:

- قانون «مجازات جرایم رایانه‌ای»،
- بند «۵» ماده آیین‌نامهٔ شورای عالی اطلاع‌رسانی (مصوب جلسه ۴۱۸ مورخ ۱۳۷۷/۲/۸ شورای عالی انقلاب فرهنگی)،
- آیین‌نامه ساماندهی پایگاه‌های اینترنتی ایرانی مصوب هیئت وزیران در جلسه ۱۳۸۵/۵/۲۹ .

به‌نظر می‌رسد نوعی ایجاد شفافیت در سلسله مراتب نهادهای مسئول در این حوزه و منقح ساختن نحوهٔ ارتباط و تعامل نهادهای مزبور با یکدیگر و تعیین سطوح تصمیم‌گیری و اجرای امور مربوط به این فناوری از ضرورت بالایی برخوردار است.

براساس همین ضرورت‌ها بود که شورای علمی - پژوهشی نهضت تولید علم در شورای عالی انقلاب فرهنگی از سال ۱۳۸۴ تدوین سند جامعی را برای حوزه فناوری اطلاعات ضروری دانسته است. تمام دستگاه‌های مسئول در این حوزه اعم از وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت صنایع و شورای عالی اطلاع‌رسانی گزارش خود را در مورد این فناوری در جلسات این شورا ارائه داده‌اند و سند جامع جامعه اطلاعاتی ایران به‌وسیله شورای عالی اطلاع‌رسانی با همکاری سایر دستگاه‌ها، زیر نظر شورای علمی پژوهشی نهضت تولید علم در شورای عالی انقلاب فرهنگی تدوین شده است و با چند بار ویرایش در دستور کار و تصویب شورای عالی انقلاب فرهنگی قرار دارد. لازم به ذکر است که به‌رغم انجام فعالیت‌های شده در این بخش در بسیاری از حوزه‌ها از جمله ایجاد زیرساخت‌ها، شبکه‌ها، استفاده از نرم‌افزارها، حوزه‌های مربوط به مالکیت معنوی، امنیت اطلاعات، خدمات جامعه اطلاعاتی، اقتصاد شبکه‌ای، آموزش الکترونیکی، جرائم نو پدید جامعه اطلاعاتی و... نیاز به تدوین و تنظیم قوانین و آیین‌نامه‌های اجرایی متعددی می‌باشد.

**۹-۹-۶. ارزیابی وضعیت موجود فناوری اطلاعات در ایران**

همان‌طور که ذکر شد در تمام بخش‌های حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات، اطلاعات دقیق در دسترس نیست. بر این اساس اطلاعات در دسترس قابل اعتماد در این حوزه به شرح جدول ۱۶ می‌باشد.

**جدول ۱۶. گزارش وضعیت زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور در سال۱۳۸۸**

| شاخص | واحد | وضع موجود | وضعیت مورد انتظار برنامه |
|---|---|---|---|
| نسبت ترافیک داده داخل کشور به کل ترافیک | درصد | ٤٧ | ٦٠ |
| افزایش ظرفیت اینترنت کشور | مگابیت | ١٣٩٧٤ | ٢٥٦٧٥ |
| ضریب نفوذ کاربران اینترنت | درصد | ٢٧.٥ | ٣٠ |
| خانه‌های شهری متصل به شبکه‌های اطلاع رسانی | درصد | ٢٥.٧ | ٤٥ |
| روستاهای متصل به شبکه‌های اطلاع‌رسانی بالای ۱۰۰ نفر جمعیت | درصد | ١٨.٧٢ | ٥٠ |
| ایجاد و عرضه خدمات فناوری اطلاعات در دفاتر فناوری اطلاعات و ارتباطات شهری | تعداد | ٢٣٤٣ | ٢٥٠٠ |
| عرضه خدمات فناوری اطلاعات در دفاتر فناوری اطلاعات و ارتباطات روستایی | تعداد | ٦٢٧٠ | ٩٩٧٤ |
| تعداد میزبانهای اینترنت به ازای هر ۱۰ هزار نفر جمعیت | تعداد | ٥٥٠٠ | ١١٠ |
| واگذاری اینترنت به دانشگاهها از طریق فیبر نوری | تعداد | ٣٣٣ | |
| اتصال مدارس کشور به شبکه ملی اینترنت | تعداد | ٥٩٤٠ | |

تعداد پورت نصب شده در سال ۱۳۸۸ به‌وسیله مخابرات ایران و بخش خصوصی ۹۳۳۳۰۶ پورت می‌باشد. این میزان نسبت به سال ۱۳۸۵ رشد ۳ برابری داشته است. جدول بالا شاخص‌های دیگری از توسعه زیرساخت را به نمایش می‌گذارد.

در هر کشور وضع اینترنت منعکس‌کنندهٔ وضعیت عمومی فناوری اطلاعات آن کشور است. هر چه اینترنت بهتر و تعداد کاربران بیشتر است، وضعیت فناوری اطلاعات کشور نیز در کلّ بهتر است. تعداد کلی کاربران، تعداد کاربران اینترنت پرسرعت، پهنای باند متوسط و... عوامل و شاخص‌های اندازه‌گیری وضعیت اینترنت در یک کشور هستند.

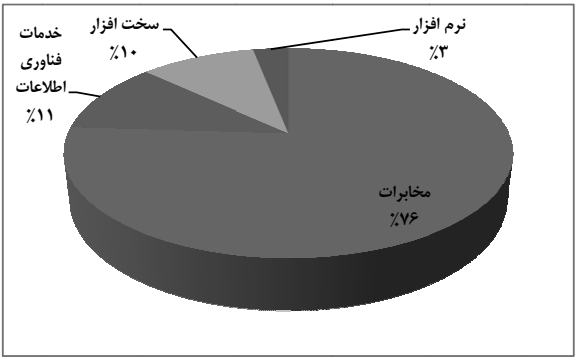
به لحاظ تعداد کاربران اینترنت طبق آمار سال ۱۳۸۸، حدود ۲۰ میلیون نفر کاربر در کشور وجود دارد و ضریب نفوذ اینترنت نیز در کشور۲۷/۵درصد می‌باشد.

شاخص‌های برنامه چهارم توسعه فقط شامل تعداد کاربر و ضریب نفوذ اینترنت نمی‌شود، بلکه ضریب نفوذ اینترنت پرسرعت را نیز شامل می‌شود. البته تعداد کاربران باید سالانه اندازه‌گیری و سپس میانگین آن اعلام شود. بر این اساس، ارائه آماری تحت عنوان اینکه چه تعداد کاربر اینترنتی در کشور وجود دارد، یکی از مشکلاتی است که پیوسته با آن روبه‌رو بوده‌ایم، بنابراین هنوز هم پس از جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از طرح سرشماری کاربران اینترنت ما به عددی می‌رسیم که در نهایت می‌توان ضریب نفوذ واقعی اینترنت در کشور را نشان داد.

سهم بخش‌های مختلف صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران در سال ۱۳۸۸ براساس آماری که به‌وسیله Digital Planet منتشر شده است به‌این صورت است(نمودار ۵۹):

- مخابرات: ۷۶ درصد
- فناوری اطلاعات:۱۱درصد
- سخت‌افزار: ۱۰ درصد
- نرم‌افزار:۳ درصد

نمودار ۵۹ .هزینه فناوری اطلاعات و ارتباطات در بازار کشور در سال ۱۳۸۷

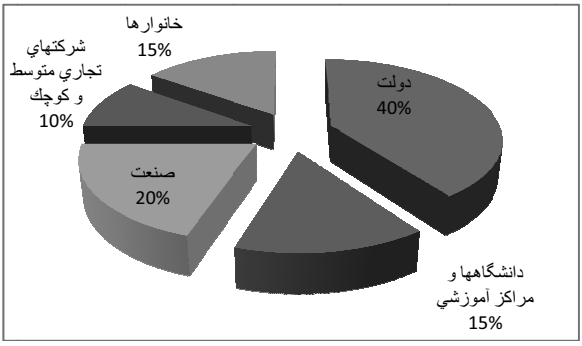


همچنین سهم هر یک از بخش‌های مختلف در بازار فناوری اطلاعات کشور در سال ۱۳۸۷ به صورت درصد در جدول ۱۷ آمده است.

جدول ۱۷ . سهم هر یک از بخش‌های مختلف در بازار کشور در سال ۱۳۸۷

| نام بخش | درصد مشارکت در بازار | |
|---|---|---|
| دولت | ٤٠ درصد | ٥٥ درصد |
| دانشگاه‌هاو مراکز آموزشی | ۱۵ درصد | |
| صنعت | ۲۰ درصد | |
| شرکتهای تجاری متوسط و کوچک | ۱۰ درصد | |
| خانوارها | ۱۵ درصد | |

نمودار ۶۰ . سهم هر یک از بخش‌های مختلف در بازار کشور در سال ۱۳۸۷




بزرگترین مشتری این بازار، دولت است و مجموعه سیاست‌های دولت در به‌کارگیری و ارائه خدمات خود براساس فناوری‌های اطلاعاتی سهم مهمی در توسعه بازار فناوری اطلاعات کشور دارد.

**۱۰-۹-۶- لزوم توسعه اینترنت پر سرعت در کشور**

این روزها ساده‌ترین راه ارتباطی در میان مردم جهان اینترنت است. درست به همین دلیل است که تعداد کاربران اینترنت دنیا تا پایان سال ۲۰۰۸ به حدود ۱/۴ میلیارد نفر رسیده است؛ این در حالی است که تعداد کاربران در کشورهای در حال توسعه تا ۵ برابر نسبت به کشورهای توسعه یافته رشد پیدا کرده است.

در میان کشورهای دنیا تنها چین با ۲۹۸میلیون نفر کاربر، بیشترین تعداد کاربران اینترنت را در اختیار دارد و بعد از آن به ترتیب ایالات متحده آمریکا

با ۱۹۱میلیون نفر کاربر و ژاپن با ۸۸میلیون نفر کاربر در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. در حال حاضر بیش از یک پنجم جمعیت جهان، برخط هستند که بیشتر آنها در کشورهای توسعه یافته زندگی می‌کنند. با این اوصاف این روزها نیمی از جمعیت کشورهای توسعه یافته و تنها ۱۵ تا ۱۷ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه برخط هستند.

تعداد کاربران اینترنت پرسرعت در جهان تا پایان سال ۲۰۰۸ به حدود ۴۰۰میلیون نفر رسیده است که از این میان سهم کاربران کشورهای در حال توسعه برابر ۴۰درصد است. با این حال متوسط ضریب نفوذ آن اینترنت پرسرعت در کشورهای توسعه یافته تا ۸ برابر ضریب نفوذ در کشورهای در حال توسعه است. در حقیقت همین اینترنت پر سرعت معمولاً به عنوان عامل اصلی ایجاد و افزایش شکاف دیجیتالی به حساب می‌آید. با این همه، هزینهٔ استفاده از اینترنت پرسرعت در کشورهای در حال توسعه با درآمد کم معمولاً بیشتر از هزینه ای است که کاربران با درآمد متوسط و بیشتر در کشورهای توسعه یافته برای استفاده از این خدمات می‌پردازند.

در حال حاضر چین با بیشترین تعداد کاربران اینترنت دنیا بزرگترین بازار اینترنت پرسرعت دنیا را هم در اختیار دارد و برزیل هم با رشد قابل توجهی که در سال‌های اخیر در این زمینه داشته توانسته است، در فهرست ۱۰ بازار بزرگ اینترنت پرسرعت جهان قرار بگیرد. با تمام اینها بیشترین رشد ضریب نفوذ اینترنت در فاصله سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸ در میان کشورهای آسیا و اقیانوسیه به ترتیب در اختیار کشورهای ماکائو، عربستان سعودی، ایران، قطر و کویت، و در بین کشورهای آسیای غربی به ترتیب در اختیار کشورهای عربستان سعودی، کویت، امارات متحده عربی، قطر و ترکیه، در میان کشورهای آسیای شرقی و جنوب شرقی به ترتیب در اختیار کشورهای ماکائو، ویتنام، چین، تایلند و تایوان بوده و بالاخره در بین کشورهای آسیای جنوبی در اختیار ترتیب به کشورهای ایران، مالدیو، پاکستان، سریلانکا و بوتان بوده است.

از طرفی درباره اینترنت پر سرعت بیسیم یا وایمکس، تحقیقات نشان می‌دهد که تعداد کاربران خدمات3G در جهان تا پایان سال ۲۰۰۸ به حدود ۳۶۱ میلیون نفر رسیده است که اغلب کاربران آنها در کشورهای توسعه یافته هستند.

با توجه به عدم رشد مناسب این حوزه در ایران، فرهنگ‌سازی و ایجاد آمادگی در کشور ضروری می‌باشد، بنابراین ارتقاء مهارت دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان، برگزاری نمایشگاه‌های عمومی و تخصصی، برگزاری همایش‌های

علمی، تخصصی و عمومی، ایجاد شورای سیاست‌گذاری برنامه‌سازی در سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران، فرهنگ‌سازی از طریق رسانه‌های نوشتاری، فرهنگ‌سازی از طریق سایت‌های اینترنتی، اطلاع‌رسانی از طریق پیامک، تهیه، تدوین و انتشار بخشنامه‌ها و پوسترها و بنرهای اداری و سازمانی، برگزاری دوره‌های آموزش عمومی برای کاربران ادارات و سازمان‌ها، تهیه، تدوین و انتشارکتب علمی کاربردی در زمینه طرح‌های اجرائی و برگزاری هرچه بهتر جشنوارهٔ رسانه‌های دیجیتال و نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای با محتوای چند رسانه‌ای، بازی، سرگرمی، آموزش الکترونیکی و... باید در رأس فعالیت‌های این حوزه قرار گیرد.

در ادامه نوشتار تلاش می‌کنیم تا با تکیه بر آمار و اطلاعات موجود، وضعیت فناوری اطلاعات در کشور را در قالب جداول براساس اطلاعات دبیرخانه شورای عالی فناوری اطلاعات کشور ترسیم نماییم.

اپراتور اول کشور تاکنون با ۱۰۹ کشور و ۲۵۱ اپراتور ارتباط رومینگ بین‌الملل برقرار کرده است و میزان شهرها و جاده‌های تحت پوشش شبکه تلفن همراه به ترتیب ۱۰۸۲ شهر و ۳۹ هزار کیلومتر جاده است. تعداد آنتن‌های (BTS(Base Transciever Station نیز معادل ۱۸۱۳۰ آنتن است. اپراتور اول تا مهر ۱۳۸۸، ۳۳۱۲۷۳۸۲ مشترک داشته است و ضریب نفوذ این اپراتور در این زمان ۴۶ درصد است. شبکه فیبرنوری به میزان ۱۳۲۰۰۰ کیلومتر توسعه یافته است و ۳۳۴ دانشگاه تا مهر ۸۸ به فیبر نوری متصل شده‌اند. تعداد ۱۲۲۳ شهر شبکه انتقال اطلاعات دارند وتعداد درگاه‌ها به ۶۳ هزار درگاه رسیده است(جدول ۱۸).

جدول ۱۸ . وضعیت زیر ساخت فناوری اطلاعات در مهرماه ۱۳۸۶ در کشور

| ردیف | عنوان فعالیت | ۷۹ | شهریور۸٤ | ۸۵ | مهرماه۸٦ | مهر ۸۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | دایری تلفن ثابت | ۹٤۸٦۳٦۰ | ۱۸۷٤٤٥٥۹ | ۲۲٦۳٦۹٤٤ | ۲۳۳۲۷۱۳۰ | |
| ۲ | دایری تلفن همراه | ۹٦۲٥۹٥ | ۷۰۰۸۱۳٤ | ۱٥۳۸٥۲۸۹ | ۲۰۰٦٦٦٤٦ | ۳۳۱۲۷۳٥۲ |
| ۳ | روستاهای دارای ارتبا ط | ۲۸۰٦۲ | ٤٥۲۳٤ | ٥۱۰٥۸ | ٥۲۱۷٦ | |
| ٤ | ضریب نفوذ تلفن ثابت | ۱٤/۹ | ۲۷/٥۷ | ۳۲/٥۷ | ۳۲/۷۹ | |
| ٥ | ضریب نفوذ تلفن همراه | ۱/٥۱ | ۱۰/۲۹ | ۲۲/۲۰ | ۲۸ | ٤٦ درصد (اپراتور اول) |
| ٦ | تلفن همگانی شهری | ۸٤۹۷۱ | ۱۳٤٦۸٤ | ۱٦۷۳٦٦ | ۱۷۲٦۸۹ | |
| ۷ | تلفن همگانی راه دور | ۱۱۸۱۳ | ٥۳۳۱۲ | ۸۹٤٦۰ | ۱۰۹٥۷٥ | |
| ۸ | شهرهای تحت پوشش تلفن همراه | ۳۳۷ | ۹۱۸ | ۱۰۱٦ | ۱۰۱٦ | ۱۰۸۲ |
| ۹ | نقاط دارای ارتباط بین شهری | ۲۹٦۲ | ٦۲۸۰ | ٦۲۸۰ | ٦۲۸۰ | |
| ۱۰ | شبکه فیبر نوری)کیلومتر) | ۷۲۰٥ | ٥٦۰۰۰ | ۷٥۰۰۰ | ۷٦۰۰۰ | ۱۳۲۰۰۰ |
| ۱۱ | دفاتر ICT روستایی | - | ۹٦۳ | ۲۲۸۷ | ۲٤٤٦ | |
| ۱۲ | خانوارهای برخوردار از رایانه به کل خانوارها در کشور | | | ۳۱ / ۲۲ % | | |
| ۱۳ | خانوارهای استفاده کننده از اینترنت به کل خانوارها در کشور | | | ۱۳ / ۱۲ % | | |
| ۱٤ | خانوارهای استفاده کننده از اینترنت به کل خانوارها در مناطق شهری | | | ۳٥ / ۱٦ % | | |
| ۱٥ | خانوارهای استفاده کننده از اینترنت به کل خانوارها در مناطق روستا ئی | | | ۸۷ / ۱٪ | | |

افزایش سطح دسترسی به فناوری‌های مختلف ICT برای کاهش شکاف دیجیتالی ضروری و لازم است. مهمترین این فناوری‌ها در واقع تلفن‌های ثابت و همراه و البته اینترنت پرسرعت است. درست به همین دلیل است که بررسی میزان رشد و ضریب نفوذ این فناوری‌ها در کشورها و مناطق مختلف دنیا می‌تواند مشکلات و موانع پیش رو برای توسعه ICT در جهان را مشخص کند.

قابل توجه است که تعداد خطوط تلفن ثابت در جهان از سال ۲۰۰۶ تا حالا در حدود ۱/۲میلیارد خط ثابت مانده و حتی در سال ۲۰۰۸ با کاهش کمی مواجه بوده است. این اتفاق در واقع نشان می‌دهد که تمایل کاربران در کشورهای مختلف دنیا به استفاده از تلفن‌های همراه و پروتکل‌هایی مانند VOIP تا حد قابل توجهی افزایش پیدا کرده است.

ضریب نفوذ تلفن ثابت در جهان تا پایان سال ۲۰۰۸ برابر ۱۸درصد بوده است. این ضریب نفوذ در کشورهای توسعه یافته برابر ۴۷درصد و در کشورهای در حال توسعه ۱۲درصد است. این اختلاف زیاد نشان می‌دهد که در این

سال‌ها تمایل کاربران به داشتن خطوط تلفن ثابت در کشورهای توسعه یافته برخلاف کشورهای در حال توسعه کاهش یافته است.
نکته جالب توجه در این میان این‌که با وجود کاهش میزان کاربران خطوط تلفن ثابت در کشورهای در حال توسعه، زیرساخت مخابراتی ثابت در این کشورها با هدف ارائه خدمات سه‌گانه تلفن، اینترنت، و تلویزیون در حال توسعه و افزایش است و در مقابل این کاهش در کشورهای در حال توسعه به معنای تأخیر این کشورها در حرکت به سمت نسل آینده شبکه‌های مخابراتی است.
این روزها تلفن همراه همچنان به عنوان یک فناوری انقلابی در جهان ارتباطات شناخته می‌شود تا جایی که تعداد کاربران تلفن همراه تا پایان سال ۲۰۰۸ به ۴میلیارد نفر رسیده است. به این ترتیب رشد تعداد کاربران تلفن همراه در سال ۲۰۰۸ تا ۲۰درصد بوده است و حالا دیگر از هر ۱۰۰ نفر از مردم جهان، ۶۰ نفر از تلفن همراه استفاده می‌کنند که این تعداد حتی در بعضی از کشورهای توسعه یافته یا در حال توسعه به ۱۰۰ نفر هم می‌رسد که این رقم نشان از رشد انفجاری استفاده از این فناوری پر طرفدار دارد.
گزارش UNCTAD نشان می‌دهد که رشد ضریب نفوذ تلفن همراه در کشورهای در حال توسعه از سال ۲۰۰۰ تاکنون به بیش از ۸ برابر رسیده است تا با این اوصاف از میان کاربران کشورهای در حال توسعه از هر دو نفر یک نفر تلفن همراه داشته باشد. براساس جدیدترین آمار منتشر شده در کنفرانس UNCTAD، تا پایان سال ۲۰۰۸ کاربران تلفن همراه در کشورهای در حال توسعه ۴۸درصد از کل کاربران تلفن همراه در جهان را تشکیل می‌دهند. در این گزارش رشد کشورهای فعال جهان در این زمینه در فاصله سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفته و نتیجه‌ای جالب و البته قابل پیش‌بینی به دست آمده است.
بیشترین رشد در این سال‌ها در اختیار کشورهای در حال توسعه بوده است. در این میان مونته‌نگرو بیشترین درصد رشد را به خود اختصاص داده است و بعد از آن هم به ترتیب کشورهایی مانند قطر، بحرین و مالدیو قرار دارند. در بین کشورهای آسیایی در حال توسعه در سال ۲۰۰۸ پنج کشور ضریب نفوذی تا ۱۰۰درصد را به دست آورده‌اند و چهار کشور دیگر هم ضریب نفوذی بین ۹۰ تا ۱۰۰درصد را دارند.
با تمام اینها، بسیاری از کارشناسان حاضر در کنفرانس سالانه UNCTAD معتقدند که سیاست‌گذاری دولت‌ها در بخش تلفن همراه و آزادسازی بازار آن عامل مؤثری در روند رشد این فناوری است. در واقع به باور این کارشناسان

موانع اصلی برای رشد ضریب نفوذ تلفن همراه، همان موانعی هستند که کارگروه‌های تنظیم‌کننده در هر کشور می‌توانند ایجاد کنند.
به‌طور کلی این تحقیقات نشان می‌دهند که در میان کشورهای جهان در فاصله سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸ در قاره آفریقا کشورهای گابن، الجزایر، لیبی، تونس و آفریقای جنوبی دارای بیشترین میزان رشد ضریب نفوذ تلفن همراه معرفی شده‌اند.
در میان کشورهای آسیا و اقیانوسیه، به ترتیب کشورهای قطر، بحرین، مالدیو، امارات متحده عربی و عمان، بین کشورهای آسیای غربی به ترتیب قطر، بحرین، امارات متحده عربی، عمان و عربستان سعودی، در بین کشورهای آسیای شرقی و جنوب شرقی به ترتیب کشورهای ماکائو، ویتنام، تایلند، مالزی و اندونزی و بالاخره در میان کشورهای جنوب آسیا به ترتیب کشورهای مالدیو، ایران، پاکستان، سریلانکا و بوتان بیشترین میزان رشد تلفن همراه را در این سال‌ها به خودشان اختصاص داده‌اند(جدول ۱۹).

**جدول ۱۹ . ضریب نفوذ تلفن همراه، ثابت و دیتای باند**

| کشور | ضریب نفوذ ۲۰۰۷ موبایل(٪) | رتبه منطقه ای ۲۰۰۷ موبایل | ضریب نفوذ تلفن ثابت ۲۰۰۷(٪) | رتبه تلفن ثابت۲۰۰۷ | ضریب نفوذ دیتای باند پهن(٪) | رتبه منطقه‌ای دیتای باند پهم۲۰۰۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| امارات متحده عربی | ۱۷٤ | ۱ | ۳۰ | ۳ | ۱۰/۳ | ۲ |
| قطر | ۱۳۲/۱ | ۲ | ۲۸/۸ | ٤ | ۸/۲ | ٤ |
| بحرین | ۱۲٤/٦ | ۳ | ۲۵/۹ | ۵ | ۹/٤ | ۳ |
| عربستان سعودی | ۱۰۵/۵ | ۵ | ۱٦/۹ | ۷ | ۲/٦ | ۷ |
| اردن | ۹۱/۷ | ٦ | ۱ | ۹ | ۱/۲ | ۸ |
| کویت | ۹۱/۵ | ۷ | ۱٦/٦ | ۸ | ۳/۳ | ٦ |
| ترکیه | ۸۳ | ۸ | ۲٤/٤ | ٦ | ۷/۹ | ۵ |
| عمان | ۷۵/۲ | ۹ | ۸/٤ | ۱۰ | ۰/۷ | ۹ |
| ایران | ۳۹/۹ | ۱۰ | ۳۳/۳ | ۲ | ۱/۲ | ۸ |
| متوسط منطقه | ۱۰۱ | | ۲۳/۳ | | ٦/٦ | |

در جداول زیر وضعیت فناوری اطلاعات در کشور، به صورت مقایسه‌ای با سایر کشورها از نظر شاخص‌های فناوری اطلاعات ارائه شده است.

جدول ۲۰ . رتبه ایران در فناوری اطلاعات در سال‌های اخیر

| رتبه ایران | تعداد کشورهای رتبه بندی شده | سال |
|---|---|---|
| ٦٥ | ٦٨ | ۲۰۰٥ |
| ٥٩ | ٦٨ | ۲۰۰٦ |
| ٦٩ | ٦٩ | ۲۰۰۷ |

جدول ۲۱ . رتبه ایران در سال‌های مختلف در میان کشورهای آسیایی عضو ITU

| عنوان شاخص | رتبه در سال ۱۹۹٥ | رتبه در سال ۲۰۰۰ | رتبه در سال ۲۰۰۱ | رتبه در سال ۲۰۰۲ | رتبه در سال ۲۰۰۳ | رتبه در سال ۲۰۰٤ * |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد تلفن ثابت | ٦ | ٦ | ٦ | ٦ | ٥ | ٤ |
| ضریب نفوذ تلفن ثابت | ۱۹ | ۱٦ | ۱٦ | ۱٥ | ۱۲ | ۱۳ |
| تعدادتلفن همراه | ۲٥ | ۱٥ | ۱۳ | ۱٥ | ۱۳ | ۱٥ |
| ضریب نفوذ تلفن همراه | – | ۲۸ | ۲۷ | ۲۹ | ۲۸ | ۳۰ |
| تعدادکاربر اینترنت | – | ۱٤ | ۱٥ | ۹ | ۹ | ۸ |
| تعداد کاربر اینترنت در هر ۱۰۰نفر | – | ۲٦ | ۲٥ | ۲۰ | ۱۹ | ۱٦ |

جدول ۲۲ . مقایسه‌ایران با خاورمیانه و جهان (ضریب نفوذ اینترنت)

| منطقه | جمعیت | تعداد کاربران | درصد نفوذ |
|---|---|---|---|
| خاورمیانه | ۱۹۳،٤٥۲،۷۲۷ | ۱۹،٥۳۹،۳۰۰ | ۱۰/۱ |
| ایران | ۷۰،٤۳۱،۹۰٥ | ۷،٦۰۰،۰۰۰ | ۱۰/۸ |
| بقیه جهان | ٦،۳۸۱،۲۱۳،٦۹۰ | ۱،۱٥۳،٥۷۰،٦۲٥ | ۱۸/۱ |
| جهان | ٦،٥۷٤،٦٦٦،٤۱۷ | ۱،۱۷۳،۱۰۹،۹۲٥ | ۱۷/۸ |

جدول ۲۳ . مقایسه وضعیت اینترنت در چند کشور شامل ایران

| کشور | تعداد دسترسی پر سرعت | رتبه | تعداد کاربر در ۱۰۰۰ نفر | رتبه |
|---|---|---|---|---|
| فرانسه | ۸/۹۲۷/۰۰۰ | ۵ از ۳۱ | | |
| استرالیا | ۲/۳٦٤/۰۰۰ | ١٤ از ۳۱ | | |
| ترکیه | | | ۲۲٤/۸۵ | ۷۵ از ۲۱۸ |
| مالزی | | | ٤۳۳/۸۱ | ٤۳ از ۲۱۸ |
| امارات | | | ۳۱٤/۳٦۵ | ۵۷ از ۲۱۸ |
| ایران | | | ۱۱٤/٦۸۳ | ۱۰۹ از ۲۱۸ |

**۱۱-۹-۶. آمار رایانه‌های شخصی و دولتی**

در سال ۱۳۸۶ تعداد رایانه‌های شخصی در کشور ۱۵,۰۰۰,۰۰۰ بوده است که ضریب نفوذ آن ۳/۲۲درصد می‌باشد. این ضریب نسبت به سال ۱۳۸۵ رشد ۴۰ درصدی داشته است. در دستگاه‌های دولتی این تعداد به۲,۲۵۰,۰۰۰ دستگاه می‌رسد.

در حوزه فناوری اطلاعات درکشور در حال حاضر رشته‌های مهندسی کامپیوتر (سخت‌افزار، نرم‌افزار و آی تی) و علوم کامپیوتر در مقطع کارشناسی دایر هستند مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار، هوش مصنوعی، معماری کامپیوتر و آی تی (شبکه، امنیت، چندرسانه‌ای،...) و علوم کامپیوتر دایرند و در مقطع دکتری رشته‌های مهندسی کامپیوتر و علوم کامپیوتر دایر می‌باشند. در رشته مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش‌های موجود به شرح زیرند:

- تجارت الکترونیکی،
- سیستم‌های چندرسانه‌ای،
- مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی،
- امنیت اطلاعات،
- شبکه‌های کامپیوتری،
- مهندسی فناوری اطلاعات (IT)

گرایش‌های رشته مدیریت فناوری اطلاعات،

- مدیریت منابع اطلاعاتی،
- سیستم‌های اطلاعات پیشرفته،
- نظام کیفیت فراگیر.

تعداد دانشجویان شاغل در رشته‌های IT در کشور در بخش دولتی ۱۸۰۰۰ نفر و در بخش غیردولتی ۱۵۰۰۰ نفر هستند. تعداد دانشجویان مرتبط با IT در بخش

دولتی ۳۵۰۰۰ نفر و در بخش غیردولتی ۳۰۰۰۰ نفر می‌باشند (جدول ۲۴).

جدول ۲۴ . تعداد دانشجویان فناوری اطلاعات در مقاطع مختلف و ظرفیت پذیرش دانشگاه‌ها در کشور

| دکتری | کارشناسی ارشد | کارشناسی | کاردانی | |
|---|---|---|---|---|
| ۲۵ تا ۳۵ | ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ | ۲۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ | حدود ۵۰۰۰ | فارغ‌التحصیلان داخل کشور |
| حدود ۵۰ | ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ | ۳۰۰۰ تا ٤۰۰۰ | حدود ۱۰۰۰ | ظرفیت پذیرش دانشگاه‌ها (در سال) |

ظرفیت پذیرش دانشگاه‌ها (در سال) بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ استاد در زمینهٔ فناوری اطلاعات با رتبه مربی، استادیار، دانشیار و استاد در رشته‌های زیر در کشور وجود دارد.

به‌منظور ارزیابی سطح پیشرفت فناوری اطلاعات در کشورها، مراکز مختلف با طراحی شاخص‌های متعددی درصدد برآمده‌اند به امتیازدهی و تعیین رتبه کشورهای مختلف در حوزه فناوری اطلاعات بپردازند. درواقع الگو و رتبه بندی واحدی که شامل ارزیابی تمام ابعاد باشد در سطح بین‌المللی موضوعیت ندارد و هر نهاد بین‌المللی براساس اهداف خود اقدام به رتبه‌بندی از منظر خویش می‌کند. برای مثال در الگوی اتحادیه بین‌المللی مخابرات(ITU) بیشتر توسعه زیرساخت‌ها و نحوه دسترسی و توانایی در دسترسی از منظر ارتباطات مد نظر قرار می‌گیرد. در الگوی EIU توسعه ارتباطات و فناوری از نظر اقتصادی و آمادگی الکترونیکی مورد توجه قرار می‌گیرد. الگوی یونسکو بررسی شاخص‌های ارتباطات و فناوری اطلاعات در حوزه آموزش، فرهنگ و اجتماع را مد نظر قرار می‌دهد و سازمان ملل، توسعه ارتباطات و فناوری اطلاعات و دانش مبتنی بر اقتصاد جهانی را هدف قرارمی‌دهد. بنابراین در هر سازمان، معیارهای متعددی با روش‌های محاسبه گوناگون وجود دارد و به‌طور کلی اغلب مدل‌ها دستخوش تغییراتی براساس پیشرفت فناوری در سطح بین‌الملل می‌شوند.

رتبه ایران در فناوری اطلاعات در سال‌های اخیر از نظر الگوهای مختلف تغییراتی کرده است که بخشی از آن به سیاست‌گذاری و مدیریت فناوری اطلاعات در کشور برمی‌گردد و بخشی دیگر ناشی از تغییر شاخص‌های مراکز ارزیابی کننده می‌باشد. به‌طور مثال رتبه ایران از منظر الگوی EIU در بین ۶۹ کشور در سال ۲۰۰۵، ۶۵ بوده و در سال ۲۰۰۶ به ۵۹ رسیده و در نهایت در سال ۲۰۰۷ به رتبه ۶۹ تنزل پیدا کرده است.

از سوی دیگر در الگوی ITU و در حوزه دسترسی دیجیتال، ایران در طی

سال ۲۰۰۵ – ۲۰۰۴ با امتیاز ۰/۳۶ در رتبه ۹۵ بین ۱۸۱ کشور بوده است و در سال ۲۰۰۶ – ۲۰۰۵ با کسب امتیاز ۰/۳۷ در مجموعه مؤلفه‌ها و شاخص‌های این الگو در مرتبه ۱۱۵ در بین ۱۸۱ کشور قرار گرفته است. در رتبه‌بندی سازمان ملل، رتبه آمادگی دولت الکترونیک ایران از مرتبه ۱۱۵ در سال ۲۰۰۴ با ۱۷ پله صعود در جایگاه ۹۸ قرار گرفته است.

در بررسی واحد تحلیل اقتصادی اکونومیست در سال ۲۰۰۷ ایران در بین ۶۴ اقتصاد برتر جهان از نظر شرایط حاکم بر فضای صنعت فناوری اطلاعات دارای آخرین رتبه شده است. net Nielsen در ارزیابی خود ضریب نفوذ اینترنت در ایران را ۱۰/۸، در خاورمیانه ۱۰/۱ و در جهان ۱۷/۸ اعلام کرده است. ضریب نفوذ اینترنت برای ترکیه ۲۱/۱، امارات ۳۳/۲، کویت ۲۵/۶، اروپا ۳۹/۸ و رژیم اشغالگر قدس ۵۱/۱ اعلام شده است.

**نتیجه‌گیری**

با توجه به اهمیت فناوری اطلاعات و نقش کلیدی آن در رشد و توسعه کشورها، در کشور ما نیز توجه خاصی به این امر معطوف شده است.اگرچه این نوع فناوری‌ها نوظهور بوده و روز به روز رشد چشمگیری دارند، در کشور ما نیز سعی کرده تا از قافله جهانی عقب نماند و در سال‌های اخیر پیشرفت خوبی نیز صورت گرفته است. در دولت‌های اخیر از ابتدا توجه مناسبی به فناوری اطلاعات معطوف شده است و سعی شده است تا زیرساخت‌های لازم برای آن فراهم آید. شعار دولت الکترونیک نزدیک به تحقق کامل است. لازم به ذکر است که اگرچه در سالیان اخیر تلاش‌های زیاد پراکنده‌ای در این جهت انجام شده است، ولی از زمان مطرح شدن مباحث جنبش نرم‌افزاری و توجه وافر مقام معظم رهبری به تولید علم، از یک طرف اراده ملی در جهت پیشرفت علوم نوین در کشور پدید آمده و شور و نشاط ملی کشور را فراگرفته و از طرف دیگر این اقدامات با یکدیگر هم جهت شده و پیشرفت‌های چشمگیری را سبب شده است. فناوری اطلاعات نیز به عنوان یکی از مهمترین فناوری‌های برتر از این قاعده مستثنی نبوده و به خوبی مورد توجه قرار گرفته است.

به‌منظور دستیابی به جایگاه برتر منطقه‌ای و حتی جهانی، همچنین حفظ و ارتقاء روند رو به رشد فعلی، به نظر می‌رسد که تسریع در تصویب سند جامع توسعه جامعه اطلاعاتی ایران در شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌تواند نقشی کلیدی در این امر ایفا کند.

۷

# آینده‌نگری فناوری‌های برتر

توسعه علم و فناوری از مهمترین عوامل توانایی و برتری کشورها در جهان کنونی است. در سال‌های اخیر نوعی شکوفایی در جهان وجود داشته و بسیاری از کشورها در جستجوی یافتن اولویت‌های ملی برای توسعه تحقیقات در علم و فناوری می‌باشند. به فضل خداوند متعال در سال‌های اخیر به‌رغم مشکلات و موانع زیاد، دانشمندان، پژوهشگران، سیاست‌گذاران و مدیران ایرانی گام‌های متعددی در این مسیر برداشته‌اند و جمهوری اسلامی ایران در آستانه تحولات بزرگ علمی و فناوری قرار گرفته است.

با توجه به سند چشم‌انداز کشور، جمهوری اسلامی ایران باید به جایگاه اول علمی و فناوری در سطح منطقه با تأکید بر جنبش نرم‌افزاری و تولید علم دست یابد. اگر در کشور روح بررسی، تتبع و ابتکار در تمام زمینه‌های علمی، فنی، فرهنگی و اسلامی تقویت گردد، زمینه برای استفاده از علم و فناوری و تجارب پیشرفته بشری و تلاش برای پیشبرد آنها فراهم می‌شود. یکی از امور مهم و حیاتی در تدوین و نظارت بر اسناد و سیاست‌ها در حوزه‌های مختلف، پیش‌بینی روند و آینده آن حوزه‌ها می‌باشد.

آینده‌نگری از ابزارهای کلیدی و علمی است که معمولاً مورد توجه سیاست‌گذاران و سندنویسان قرار می‌گیرد. با استفاده از این روش می‌توان روند حرکت علوم

و فناوری‌های برتر را بررسی کرد تا در صورت نیاز آمادگی رویارویی با چالش‌ها را داشت. علاوه بر این می‌توان آینده‌های متصور را بررسی و انتخاب کرد و در برخی موارد، آینده مطلوب را ایجاد کرد. از این‌رو با توجه به اهمیت علوم و فناوری‌های برتر در رشد علمی کشور، آینده‌نگری در این حوزه‌ها ضرورت دارد (ملکی فر، ۱۳۸۵).

در این فصل ابتدا به مفهوم آینده‌نگری و ضرورت آن می‌پردازیم. سپس به بررسی وضعیت توسعه و سیاست‌گذاری علوم و فناوری‌های برتر در کشور و روند رشد آنها می‌پردازیم تا با آینده‌گری در علوم و فناوری‌های برتر، آینده‌های پیشرو و محتمل را بررسی کنیم.

**۱-۷. مفهوم و ضرورت آینده‌نگری**

آینده اساساً قرین به عدم قطعیت است. تردید و فقدان اطمینان یکی از ویژگی‌های ذاتی آینده است. اگر قرار باشد آینده آن‌گونه که ما می‌خواهیم و می‌پنداریم از پیش مشخص و معین باشد، دیگر آینده نخواهد بود. در واقع همین تردید و عدم قطعیت است که سبب شگفتی و هیجان‌انگیزشدن آینده و امور مربوط به آن می‌شود (حجازی(الف)، ۱۳۸۶).

اندیشه و دیدگاه منطقی به ما آموخته است که نمی‌توانیم شکل حتمی و قطعی آینده را آن‌گونه که تصور می‌کنیم، شاهد باشیم؛ چرا که به‌طور کلی آینده برآیندی از عوامل زمانی، مکانی، انسانی و طبیعی است و شکل نهایی آن تا حدی در گستره اختیار و تسلط ماست که قادر به اثرگذاری در این عوامل باشیم. به همین دلیل نسبی بودن آن یک اصل است و اطمینان و قطعیت در آن بدون معنا خواهد بود. در حقیقت، مطمئن بودن و قطعیت آینده در تضاد با دانش و معرفت بنیادین آینده‌پژوهی است و از شکل واقع‌بینانه این دانش تا حد زیادی فاصله گرفته و به صورت‌های ایده‌آل نزدیک شده است؛ با وجود این ما نمی‌توانیم از پیشرفت‌های فناوری در آینده اجتناب کنیم، بنابراین علاوه‌بر پذیرش این پیشرفت‌ها باید به شکل درستی آنها را پیش‌بینی کنیم. سؤال اینجاست که چرا باید علم و فناوری پیش‌بینی شود؟ این پرسش کاملاً طبیعی به نظر می‌رسد، اما این مفهوم غلط را می‌رساند که بین پیش‌بینی و عدم پیش‌بینی باید یکی را انتخاب کرد. هر شخص، سازمان یا ملتی که تحت تأثیر تغییرات علم و فناوری قرار می‌گیرد، به‌ناچار در هر زمانی که تصمیمی اتخاذ شود و منابع خاصی به هدف معینی اختصاص داده شود، با پیش‌بینی علم و فناوری درگیر خواهد شد (ملکی‌فر، ۱۳۸۵).

تمایل روزافزون به جهانی شدن به همراه حفظ ویژگی‌های ملی، قومی و فرهنگی و بسیاری عوامل دیگر، لزوم درک بهتر از تغییرات و آینده را برای

دولت‌ها، کسب‌وکارها، سازمان‌ها و مردم ایجاب می‌کند. شکی نیست که داشتن دغدغه‌هایی درباره آینده، احساسی درخور تمجید و شایسته تقدیر است، اما این احساس زمانی می‌تواند منشأ آثار و ثمراتی ارزشمند شود که با اصول و مبانی دانش آینده‌پژوهی همراهی داشته باشد و واقع بینی را سرلوحه خود قرار داده باشد. به بیانی دیگر، تنها دغدغه‌های واقعی هستند که در حوزه آینده و آینده‌اندیشی می‌توانند به بار بنشینند. عدم قطعیت نهفته در آینده برای بعضی، توجیه‌کننده عدم دوراندیشی آنان و برای عده‌ای دیگر منبعی گرانبها از فرصت‌ها است.

آینده پژوهی معادل لغت انگلیسی «Futures Study» است و مشتمل بر مجموعه تلاش‌هایی است که با استفاده از تجزیه و تحلیل منابع، الگوها و عوامل تغییر و یا ثبات، به تجسم آینده‌های بالقوه و برنامه‌ریزی برای آنها می‌پردازد. آینده‌پژوهی منعکس می‌کند که چگونه از دل تغییر کردن یا تغییر نکردن امروز، واقعیت فردا تولد می‌یابد. در آینده‌پژوهی با بهره‌گیری از طیف وسیعی از متدلوژی‌ها و بجای تصور «فقط یک آینده»، به گمانه‌زنی‌های روشمند و خردورزانه، در مورد چندین آینده متصور مبادرت می‌شود. موضوعات آینده‌پژوهی دربرگیرنده گونه‌های ممکن، محتمل و مرجّح آینده برای دگرگونی از حال به آینده می‌باشند که به‌صورت زیر تعریف می گردند (به نقل از سایت باشگاه آینده‌پژوهان جوان، www.youngfuturist.com)

• **آینده ممکن:** هر چیزی اعم از خوب یا بد، محتمل یا بعید، می‌تواند در آینده رخ دهد.

• **آینده محتمل:** آنچه به احتمال بسیار زیاد در آینده به وقوع خواهد پیوست (مبتنی بر استمرار روندهای کنونی در آینده).

• **آینده مرجح:** آنچه مطلوب‌ترین و مرجّح‌ترین رویداد آینده به‌شمار می‌رود.

شکی نیست که کوشش‌های آینده‌گرا براساس هنر شکل بخشیدن به آینده پایه‌ریزی شده‌اند، اما عدم قطعیت و نسبی بودن حالات گوناگون آینده است که سبب می‌شود از میان آینده‌های بدیل، آینده مرجح را برگزینیم و به آن شکل بخشیم. گذشته از این، همواره این احتمال وجود دارد که متغیرهای جدیدی به گونه‌ای کاملاً سر زده از راه برسند و محاسبات پیشین ما را درخصوص آینده دستخوش تغییر و دگرگونی‌های چشمگیر کنند. به همین دلیل آینده‌نگری یک کوشش مستمر است.

**۲-۷. روش شناسی در آینده‌نگری علم و فناوری**

روش‌های پیش‌بینی آینده، متنوع و بر پایه پیش‌فرض‌های گوناگون و در خدمت اهداف متنوعی است. عده‌ای با فرض همسانی رویدادهای گذشته و

آینده و با تحلیل گذشته، ساده‌ترین آینده‌نگری‌ها را ارائه می‌کنند. گروهی با منظور داشتن همه متغیرهای ذیربط و توجه به همه روابط متقابل و آثار محتمل اجزا بر روی همدیگر، دست به توصیف مفصلی از آینده می‌زنند. افرادی با در نظرگرفتن جنبه‌های کلیدی وضعیت موجود یا وضعیت آتی محتمل، با بهره‌گیری از داده‌پردازی‌های کامپیوتری و خلق الگوهای خاص، به شبیه‌سازی حال یا آینده می‌پردازند و رفتار الگوها را بررسی می‌کنند تا به پیامدهای آتی دست یابند. کسانی به گردآوری و هم‌خوانی پیش‌بینی‌های متخصصان گوناگون یک حوزه خاص می‌پردازند، تا به اجماع متخصصان در ارتباط با سیر تحولات در آن حوزه خاص دست یابند. اشخاصی نیز با مهارت‌های ویژه، دست به پیش‌بینی رویدادهای خاص آتی می‌زنند و با برخورداری از سطوح مختلف آموختگی و مهارت، تخصص خود را عرضه می‌کنند (تدوین راهبرد تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران در راستای تحقق چشم‌انداز بیست ساله، ۱۳۸۶).

برخی روش‌های مورد استفاده در آینده‌پژوهی عبارتند از (روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی،۱۳۸۴):

۱. دیده بانی،
۲. دلفی،
۳. تجزیه و تحلیل روندها،
۴. تجزیه و تحلیل پیشران ها،
۵. سناریو پردازی،
۶. چشم‌انداز سازی،
۷. نقشه راه،
۸. تحلیل تاریخی،
۹. مدل سازی،
۱۰. شبیه‌سازی،
۱۱. توفان فکری،
۱۲. میزگرد نخبگان.

زمانی که مقاصد و اهداف تعیین شدند، روش‌های آینده‌نگری نیز انتخاب می‌شوند. برخی از سؤالات مؤثر بر انتخاب روش آینده‌نگری عبارتند از (تدوین راهبرد تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران در راستای تحقق چشم‌انداز بیست ساله، ۱۳۸۶):

۱. آیا اطلاعاتی که برای دستیابی به هدف معینی لازم هستند، موجود است؟
۲. توانایی اثرگذاری بر برنامه‌های آتی چگونه است؟

۳. سناریوهای مورد نیاز برای برنامه‌ریزی استراتژیک چیست؟
۴. تناسب روش‌ها با فرهنگ وجود دارد؟
۵. متخصصین چه کسانی هستند و دانش آنها چطور به دست می‌آید؟

تحلیل روش‌های به‌کار رفته در مطالعات آینده‌پژوهی کشورهای مختلف جهان در جدول زیر نشان می‌دهد که کشورهای مورد بررسی غالباً از سه مدل دلفی، میزگرد نخبگان و سناریوپردازی، استفاده کرده‌اند. نکته قابل اهمیت این است که در کشورهایی که تعداد خبرگان عالی‌رتبه در آنها (در زمینه‌های مختلف علم و فناوری) در حد قابل قبولی باشند، به‌کارگیری مدل نظرسنجی دلفی از سایر روش‌ها رایج‌تر به‌نظر می‌رسد. در این جدول ۴۴ درصد کشورهای مورد مطالعه از روش دلفی، ۷۰ درصد از روش میزگرد نخبگان و تنها ۱۸ درصد از روش سناریوپردازی برای مطالعات آینده‌پژوهی علوم و فناوری استفاده کرده‌اند (یعقوبی و همکاران، ۱۳۸۵).

جدول ۲۵ . مقایسه روش‌های بکار رفته در مطالعات آینده‌پژوهی در چند کشور منتخب جهان

| ردیف | کشور | دلفی | میزگرد نخبگان | سناریوپردازی |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | اتحادیه اروپا | | √ | √ |
| ۲ | اتریش | √ | | |
| ۳ | اسپانیا | √ | √ | √ |
| ٤ | استرالیا | | √ | |
| ٥ | آفریقای جنوبی | √ | √ | |
| ٦ | آلمان | √ | √ | |
| ۷ | ایتالیا | | √ | |
| ۸ | ایرلند | | √ | |
| ۹ | بریتانیا | | √ | |
| ۱۰ | بلژیک | √ | √ | |
| ۱۱ | پرتقال | √ | √ | |
| ۱۲ | ترکیه | √ | | |
| ۱۳ | چک | | √ | |
| ۱٤ | چین | √ | | |
| ۱٥ | زلاندنو | | √ | |
| ۱٦ | ژاپن | √ | | |
| ۱۷ | سنگاپور | | √ | |
| ۱۸ | سوئد | | √ | |
| ۱۹ | فرانسه | √ | | |
| ۲۰ | فنلاند | | √ | |
| ۲۱ | فیلیپین | | √ | |
| ۲۲ | کره جنوبی | √ | | |
| ۲۳ | مجارستان | √ | √ | |
| ۲٤ | نروژ | | | √ |
| ۲٥ | نیجریه | | √ | |
| ۲٦ | هند | | √ | √ |
| ۲۷ | یونان | | | √ |
| ۲۸ | فراوانی روش‌ها | ٪٤٤ | ٪۷۰ | ٪۱۸ |

**آینده‌نگری در حوزه فناوری‌های برتر**

با توجه به اهمیت بحث فناوری‌های برتر و تأکیدات مقام معظم رهبری بر توجه شایسته به حوزه علوم پایه و بویژه شش علم و فناوری استراتژیک، نوظهور و برتر یعنی نانو فناوری، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات، هوافضا، فناوری زیست‌محیطی و علوم و فناوری‌های شناختی، در ادامه به آینده‌نگری در حوزه فناوری‌های برتر می‌پردازیم. هدف اصلی از توجه به فناوری‌های برتر در کشور، تقویت و تأمین اقتدار ملی، و نیل به حیات طیّبه است.

**۱-۲-۷. فناوری نانو**

نانو فناوری رشته‌ای از دانش کاربردی و فناوری است که موضوع اصلی آن مهار ماده یا دستگاه‌های در ابعاد کمتر از یک میکرومتر، معمولاً حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. نانو فناوری یک دانش میان‌رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون فیزیک کاربردی، مهندسی مواد، ابزارهای نیمه‌رسانا، شیمی ابرمولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی نیز مربوط می‌شود. نانو فناوری یکی از آخرین دستاوردهای علمی است که می‌تواند به عنوان ادامه دانش کنونی به ابعاد نانو یا طرح‌ریزی دانش کنونی بر پایه‌هایی جدیدتر و امروزی‌تر باشد (www.wikipedia.org)

فناوری نانو کاربردهای گسترده‌ای در دانش‌های گوناگون دارد که از موردهای مهم آن می‌توان به کاربردهایش در پزشکی برای ساخت داروهایی بدون اثرهای جانبی اشاره کرد که تنها بر یک بافت ویژه تأثیر می‌گذارند.

(www. persian.nanodetails.com)

جمهوری اسلامی ایران، فناوری نانو را به عنوان اولویت فناوری کشور انتخاب کرده است و برای آن برنامه‌ریزی می‌کند. تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با هدف برنامه‌ریزی بلندمدت و نظارت بر تحقق اهداف نیز در همین راستا می‌باشد. در راستای حمایت از نانو فناوری، بند ب ماده (۴۳) برنامه چهارم توسعه کشور، دولت را موظف به تصویب سند جامع توسعه فناوری نانو کرد (راهبرد آینده: راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۴). شورای عالی انقلاب فرهنگی نیز با تصویب سیاست‌ها و راهبردهای ارتقا و توسعه فناوری نانو، کلیه دستگاه‌های اجرائی، دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی را ملزم به تعیین و تبیین اولویت‌های نانو فناوری و پیش‌بینی منابع مالی لازم برای آنها کرد (درآمدی بر مجموعه مصوبات شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۷). ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با تجربه اجرای سند جامع توسعه فناوری نانو در چندین سال و ارزیابی فعالیت‌های اجرایی آن سند تکمیلی دوم را تدوین کرد (سند تکمیلی راهبرد آینده: راهبرد ده ساله توسعه

فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۷).
جدول ۲۶ و جدول ۲۷ وضعیت موجود و آینده مطلوب نانو فناوری را در کشور بیان می‌نماید (تاج محرابی، ۱۳۸۶):

**جدول ۲۶ . هدف گذاری راهبردی برای دستیابی به چشم‌انداز نانو فناوری**

| هدف‌گذاری راهبردی / دوره‌های ارزیابی | تولید علم | | تولید فناوری | | تولید ثروت | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | میزان (تعداد مقاله‌ها) | رتبه | میزان شاخص | رتبه | میزان شاخص | رتبه |
| پایان دوره اول (۱۳۸۶ - ۱۳۸۴) | ۴۱۹ | ۲۵ | در حال بررسی | حدود ۳۰ | در حال انتخاب شاخص | - |
| پایان دوره دوم (۱۳۸۶ - ۱۳۸۴) | ۱۰۶۰ | ۲۰ | - | - | - | - |
| پایان دوره سوم (۱۳۸۶ - ۱۳۸۴) | ۱۵۳۰ | ۱۷ | - | - | - | - |
| پایان دوره چهارم (۱۳۸۶ - ۱۳۸۴) | ۱۹۰۰ | ۱۵ | - | ۱۵ | - | ۱۵ |

**جدول ۲۷. سرمایه گذاری و بودجه در فناوری نانو**

| ردیف | سرمایه‌گذاری در فناوری نان | درصد بودجه سال‌های برنامه | |
|---|---|---|---|
| | | دوره اول (۱۳۸۶ - ۱۳۸۴) | دوره دوم (۱۳۸۹ - ۱۳۸۷) |
| ۱ | ردیف متمرکز ستاد | ۶۰ | ۴۵ |
| ۲ | دیگر بودجه‌های دولتی | ۲۵ | ۳۰ |
| ۳ | سرمایه‌گذاری بخش خصوصی | ۱۵ | ۲۵ |
| | جمع | ۱۰۰ | ۱۰۰ |

بررسی تجربه کشورهای دیگر نشان می‌دهد که برای سیاست‌گذاری در نانو فناوری در آینده باید به مباحث زیر توجه شود (صاحبی نژاد، ۱۳۸۵ و Gaponenko, ۲۰۰۵ و امیری و قرایلو، ۱۳۸۵):

۱. مطالعه استراتژیک و برنامه‌ریزی بلندمدت با رویکردی مشارکتی و استفاده از تمام ذی‌نفعان در تدوین اولویت‌ها،
۲. تقسیم‌بندی پژوهش‌ها در نانو فناوری در سه قالب پیش‌گامی اولویت‌دار، پیش‌گامی دارای چشم‌انداز و پیش‌گامی اکتشافی و حمایت و سرمایه‌گذاری بیشتر از پیش‌گامی‌های اولویت‌دار،
۳. تقسیم‌بندی کارهای بین نهادی در حوزه‌های تحقیقاتی و نوآوری،
۴. شناسایی مباحث مشکل محور و بررسی و ارائه راه‌حل‌های ممکن،
۵. توجه به توسعه برون‌زای نانو فناوری،
۶. توسعه معیارهایی برای حمایت از شرکت‌های زایشی و نوپا،
۷. حمایت از شبکه‌های چندرشته‌ای (گروه‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و همکاری

میان دانشگاه و صنعت)،
۸. حمایت از آموزش میان‌رشته‌ای،
۹. راه‌اندازی پایگاه‌های اینترنتی در زمینه فناوری نانو و زمینه‌های مرتبط (بازارها، پتنت‌ها، تحقیق و توسعه) برای محققین و صنعت،
۱۰. رشد فروش محصولات میانی نانو و افزایش سهم آنها در بازار.
با بررسی تحولات نانو فناوری در سال‌های اخیر می‌توان روندهای آینده فناوری نانو را به‌صورت زیر بیان کرد (عباسی، ۱۳۸۷):

• **حس‌گرهای توانمند شده با نانو:** یکی از عرصه‌هایی که فناوری نانو به صورت انحصاری خواهد توانست قابلیت‌های جدید ایجاد کند، فناوری حس‌گری است که توانایی تشخیص فرآیندها و حوادثی را ایجاد خواهد کرد که پیش از این غیرقابل تشخیص بوده‌اند. در آینده، گروه‌های جدیدی از حس‌گرها که هزینه پایینی داشته و به راحتی قابل استفاده در ساختمان‌ها و تأسیسات زیربنایی هستند، صورت خارجی به خود خواهند گرفت. برای مثال دوربین‌های ویدئویی برای نظارت فیزیکی، حس‌گرهای شیمیایی و زیستی همراه با سایر فناوری‌های مراقبتی و ارتباطی برای تشخیص تهدیدهای ممکن، مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

• **انرژی توانمندشده با فناوری نانو:** در چند دهه اخیر پیشرفت‌های صورت گرفته در عملکرد باتری‌ها با پیشرفت‌های سریع صورت گرفته در حوزه الکترونیک یا فناوری‌های دیجیتالی (همانند توان پردازش و ظرفیت ذخیره‌سازی داده‌ها) همراه نبوده است. در آینده با پیشرفت‌های صورت گرفته در حوزه فناوری نانو در عملکرد باتری‌ها و پیل‌های خورشیدی بهبود وسیعی ایجاد خواهد شد و پیل‌های خورشیدی کاربرد وسیعی خواهند یافت.

• **ابزارهای الکترونیکی(مدارات مجتمع و پردازش) توانمند شده با نانو:** در آینده مدارات مجتمع به انتهای محدوده فیزیک بنیادی معمول و مقیاس پذیر طراحی مدارات CMOS خواهند رسید. ورود مدارات مجتمع در مواردی همچون مواد بسته‌بندی، لباس‌ها، و ابزارهای پزشکی، ساده‌تر و تخصصی‌تر بوده و استفاده وسیعی خواهند یافت.

• **پیشرفت‌های نانوزیست‌فناوری:** پیشرفت‌های ایجاد شده در زمینه حس‌گرهای توانمند شده با نانو، تأثیر زیادی در حوزه نانوزیست‌فناوری خواهند داشت. بسیاری از پیشرفت‌ها در حوزه حس‌گری سیستم‌های زیستی (همانند پروتئین‌ها و میکروارگانیسم‌ها) و پدیده‌های زیست مولکولی (همانند شناسایی DNA و فرآیندهای زیستی) به‌وسیله بهسازی‌های ایجاد شده در عرصه حس‌گری نانومقیاس، فعال خواهند شد.

• **تولید نانو فناوری (آرایش مولکولی)**: در آینده پیشرفت‌های عمده‌ای در تولید ساختارها یا قطعات بسیار پیچیده برای ابزارها از طریق تولید مولکولی در آزمایشگاه‌ها ظهور خواهند کرد. با این حال با توجه به چالش‌هایی که در این زمینه وجود دارند، احتمال اینکه ابزارهای تولیدشده مولکولی با عملکردهای پیچیده در آینده نزدیک تجاری شوند، بسیار پایین است.

گسترش سایر شاخه های فناوری‌های نوین به‌طور مستقیم و فشرده‌ای در گرو پیشرفت‌های حاصله در علوم و فناوری نانو است. فناوری نانو توانمندی ایجاد عمیق‌ترین تغییرات در تمام ابعاد جامعه بشری را با خود حمل می‌کند. از حوزه بهداشت و سلامت تا حوزه صنعت و اقتصاد، از حوزه کشاورزی تا حوزه محیط‌زیست، تمام این زمینه‌های فعالیت جوامع پیشرفته بشری، بزرگترین تحولات خود را، به‌دست فناوری نانو در عرض ۵۰ سال آینده خواهند دید (رفیعی تبار (ب)، ۱۳۸۶).

با توجه به مسائل موجود در حوزه فناوری نانو در کشور، چندین سناریو در سطح ملی قابل ارائه است (Ghazinoory and Heydari, 2008)

**۱. معدن طلا:** در این سناریو، ایران از پیشگامان جهانی فناوری نانو خواهد بود. با پیوستن ایران به سازمان تجارت جهانی، بسیاری از تحریم‌ها به خودی خود برداشته شده و زیرساخت‌های مناسب برای توسعه‌این فناوری در ایران فراهم می‌شود.

**۲. جا ماندن از مسابقه فناوری نانو:** در این سناریو، ایران راهبرد پیرو بودن را انتخاب خواهد کرد. به خاطر نوآوری بسیار سریع در این حوزه، ایران نمی‌تواند در مسابقه فناوری نانو باقی بماند و حتی بازار داخلی خود را نیز در این زمینه از دست خواهد داد.

**۳. ریسک بالا:** در این سناریو، ایران در زمینه فناوری نانو راهبرد پیشگام بودن را انتخاب خواهد کرد و به‌طور گسترده در زمینه آموزش و سایر زیرساخت‌های این فناوری سرمایه‌گذاری خواهد کرد. با پیوستن ایران به سازمان تجارت جهانی بسیاری از تحریم‌ها برداشته شده و ایران نیز مجبور می‌شود در زمینه حقوق مالکیت معنوی و... قوانین بین‌المللی را رعایت کند؛ اما عدم توجه کافی دولت و مدیریت فناوری ضعیف، بستر مناسب را برای توسعه فناوری نانو در ایران فراهم نخواهد کرد.

**۴. سراب:** در این سناریو، ایران راهبرد پیرو بودن را انتخاب خواهد کرد. به خاطر مسائل سیاسی، ایران نمی‌تواند به عضویت سازمان تجارت جهانی درآید، بنابراین تحریم ها همچنان باقی می‌مانند. در نتیجه این فناوری بر اقتصاد ملی تأثیر نداشته و در توسعه پایدار نقشی نخواهد داشت.

### ۲-۲-۷. زیست‌فناوری

زیست‌فناوری به‌کارگیری ارگانیسم یا فرایندهای زیستی در صنایع تولیدی یا خدماتی است؛ به عبارت دیگر این فناوری برتر، دانشی کاربردی و متشکل از زیست شیمی، میکروب‌شناسی و فناوری‌های تولید در سامانه‌های زیستی می‌باشد. زیست‌فناوری به دلیل ویژگی‌های ذاتی خود دانشی بین رشته‌ای است. کاربرد این‌گونه دانش‌ها در مواردی است که ترکیب ایده‌های حاصل در همکاری چند رشته، به تبلور قلمرویی با نظام جدید می‌انجامد. از جمله کاربردهای متداول این دانش می‌توان به اصلاح نباتات و دام، تولید پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک‌ها)، تولید داروهای نوترکیب، دستکاری ژن‌ها و انتقال ژن از یک موجود زنده به دیگری یا به عبارت دیگر مهندسی ژنتیک اشاره کرد. با توجه به افزایش بی‌رویه جمعیت و نیاز به تأمین مواد غذایی، زیست‌فناوری کشاورزی مورد توجه ویژه است. تأمین سلامت و بهداشت جمعیت از طریق تولید داروهای نوترکیب و واکسن‌ها، دستیابی به روش‌های درمان کم‌هزینه و یافتن درمان بیماری‌های بدون درمان و تشخیص سریع‌تر و مؤثرتر بیماری‌های گوناگون (از جمله بیماری‌های ژنتیکی) از وظایف زیست‌فناوری پزشکی است. تنوع و غنای منابع بیولوژیک، امکان استفاده از همکاری با کشورهای همسایه و استفاده از بازارهای مشترک، عضویت ایران در مجامع منطقه‌ای مانند اکو و...، نو بودن فناوری و همچنین پیشرو بودن ایران در این فناوری در منطقه، از فرصت‌های مناسب در حوزه زیست‌فناوری است. از سوی دیگر، اقتصاد تک‌محصولی و وابستگی به نفت، حذف شرکت‌های کوچک به‌وسیله شرکت‌های بزرگ، عدم ثبات مدیریت، عدم تحقق وعده‌ها و سیاست‌ها، تأثیرگذاری شرایط سیاسی بر اقتصاد، ایجاد برخی از محدودیت‌ها به علت جهانی شدن (مانند حذف یارانه)، وابستگی زیست‌فناوری به دیگر حوزه‌های تکنولوژیک، وجود اقتصاد دولتی، توسعه شرکت‌های دولتی، عدم وجود فرصت‌های شغلی برای فارغ‌التحصیلان، توجه بیش از حد به زودبازدهی در سیاست‌ها و حمایت‌ها، تحریم‌های بین‌المللی و همچنین توسعه شرکت‌های بزرگ بین‌المللی و امکان انحصار و تحریم از جمله تهدیداتی هستند که ممکن است مانع پیشرفت در این حوزه شوند (مهبودی، ۱۳۸۶).

در اختیار بودن بازار جهانی، وجود نیروهای انسانی تحصیلکرده و جویای کار، حجم کوچک و ارزش افزوده بالا، نیاز کشور به محصولات این فناوری، ایجاد اشتغال و جلوگیری از فرار مغزها، جلوگیری از خروج ارز، جوان بودن این فناوری در جهان از جمله نقاط قوت در زیست‌فناوری است. همچنین کمبود نیروی انسانی متخصص، کمبود سرمایه‌گذاری و عدم وجود انگیزه مالی برای

متخصصین، کمبود امکانات تحقیقاتی و تولیدی، قوانین و مقررات دست و پاگیر اداری و گمرکی، عدم ثبات مدیریت، نبود نظارت متمرکز و مؤثر بر فعالیت‌های تحقیقاتی، نبود برنامه‌ریزی جامع پژوهشی، عدم توجه به مسائل فرهنگی و نبود بازاریابی علمی در عرصه بین‌المللی را می‌توان از نقاط ضعف حوزه زیست‌فناوری در کشور دانست (مهبودی،۱۳۸۶).

ارتقاء سطح علمی و دانش فنی زیست‌فناوری کشور و کسب سهم علمی شایسته در عرصه جهانی، کسب مقام پیشتازی در زیست‌فناوری سلامت در منطقه، بهبود کمی و کیفی تولید فراورده‌های زیست‌فناوری در حوزه سلامت و افزایش سهم آن از تولید ناخالص ملی از جمله اهداف راهبردی در آینده‌نگاری زیست‌فناوری در حوزه سلامت کشور هستند. ساماندهی نظام مدیریت زیست‌فناوری در حوزه سلامت، دستیابی و به‌کارگیری فناوری زیستی در زمینه تولید فراورده‌های تشخیصی، پیشگیری و درمان در حوزه سلامت، افزایش و توسعه سهم بخش خصوصی در تولید محصولات زیست‌فناوری مورد نیاز درحوزه سلامت، دستیابی به دانش ارزیابی و مدیریت خطرات زیست‌فناوری و استفاده از آن برای پاکسازی، بهسازی و حفظ محیط‌زیست به‌منظور ارتقاء سلامت جامعه و... از جمله اهداف اجرایی تعریف شده در این حوزه می‌باشند (مهبودی، ۱۳۸۶).

با توجه به روندهای جهانی در حوزه زیست‌فناوری می‌توان روندهای آینده زیست‌فناوری را به صورت زیر بیان کرد:

• در آینده دولت‌ها از طریق عقد موافقت‌نامه‌ها، نقش اساسی در زمینه توسعه پایدار خواهند داشت. همچنین دولت‌ها برای رسیدن به یک اجماع کلی در زمینه فناوری خاصی تمرکز خواهند کرد (آینده‌نگاری زیست‌فناوری در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸).

• در آینده تهیه شناسنامه‌های ژنتیکی از جمله ضروریات جامعه خواهد بود. از شناسنامه‌های ژنتیکی می‌توان برای یافتن داروهای جدید، روش‌های درمان و مشخصات قومی و... بهره برد (مهبودی، ۱۳۸۶).

• اخلاق و مسائل اخلاقی همواره در زیست‌فناوری جایگاه مهمی داشته و خواهد داشت و این موضوع در مسائلی همچون شبیه‌سازی ژنتیکی و کاشت ژن بسیار قابل توجه خواهد بود (آینده‌نگاری زیست‌فناوری در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸).

• در آینده صنعت داروسازی دچار تحول ماهوی شده و تولید آن به‌جای مطالعات آزمایشگاهی براساس بیوانفورماتیک و همچنین پروتئومیکس و ژنومیکس به‌عنوان یکی از لبه‌های علمی و فناوری در حوزه زیست‌فناوری خواهد بود (مهبودی، ۱۳۸۶).

• در آینده فناوری‌های سبز نیز از جمله زیست فناوری‌های مبنا قرار می‌گیرند (آینده‌نگاری زیست‌فناوری در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸).

با توجه به مسائل موجود در حوزه زیست‌فناوری در کشور چندین سناریو در سطح ملی متصور است (آینده‌نگاری زیست‌فناوری در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

**۱. رشد شتابان:** تدوین قوانین و استانداردهای همه‌پسند در صنعت زیست‌فناوری سبب پدید آمدن فضای بسیار خلاق و هم‌افزاینده‌ای در تحقیقات می‌شود و صنعت زیست‌فناوری با رشد تصاعدی روبه رو خواهد شد و ایران در نقش یکی از فعالان و سرمایه‌گذاران در زیست‌فناوری ظاهر خواهد شد. ابداعات و اختراعات، شتاب بالایی به خود گرفته و بهره‌وری تحقیقات افزایش خواهد یافت. فرایندهای اتوماتیک آزمایش، رمزگشایی و تحلیل‌های رایانه‌ای این امکان را فراهم خواهد کرد که الگوهای پیچیده ساختار ژنتیک انسان شناسایی شود. مطالبات جهانی همراه با وجود قوانین جدید مالکیت فکری در این حوزه، کشورهایی همچون آمریکا را وادار خواهد ساخت که بخشی از یافته‌های خود را در اختیار دیگر کشورها قرار دهند.

**۲. انحصار شرکت‌های بزرگ:** توسعه فناوری‌های زیستی در برخی زمینه‌ها در انحصار برخی از کشورها خواهد بود و بسیاری از کشورها به فناوری‌های سطح بالای زیستی دسترسی نخواهند داشت. دولت‌ها بیشتر برای حفظ و حراست از موقعیت رقابتی خود خواهند کوشید و بلوک‌های مختلف فناورانه، مشابه بلوک‌های اقتصادی - سیاسی تشکیل خواهد شد. کشورهایی همچون آمریکا به کشورهای روبه توسعه برای واردات محصولات کشاورزی اصلاح ژنتیک شده در آمریکا، فشار وارد خواهند کرد و صنایع کشاورزی سنتی در کشورهای روبه توسعه در آستانه نابودی قرار خواهد گرفت.

**۳. توسعه آهسته‌تر و مطمئن‌تر:** اگرچه در سال‌های اولیه قرن بیست و یکم شیفتگی زیست‌فناوری به دلیل شبیه‌سازی و تحقیقات در زمینه سلول‌های بنیادین در همه مجامع علمی احساس می‌شد؛ ولی به دنیا آمدن حیوانات و نوزادان ناقص، اثرات منفی در چشم‌انداز تحقیقات زیست‌فناوری پدید آورده است. فعالیت‌های تروریستی با مواد بیولوژیکی در چندین شهر دنیا، باعث شد تا دربرابر زیست‌فناوری جبهه‌گیری شود و قوانین بسیار سخت‌گیرانه‌ای به‌ویژه در زمینه‌های کشاورزی و بهداشت و سلامتی به مجالس قانون‌گذاری پیشنهاد شود. تصویب این قوانین می‌تواند روند تحقیقات جدید را کندتر و علاقه دولت‌ها را به سرمایه‌گذاری در این زمینه کمتر کند. در این صورت سرمایه‌گذاری در زمینه زیست‌فناوری بیشتر به‌وسیله دانشمندان و بخش خصوصی صورت خواهد گرفت و معطوف به بخش‌های مولد و تحت کنترل

خواهد شد.

**۴. زیست‌فناوری امنیتی:** اگرچه زیست‌فناوری سرعت پیشرفت بسیار بالایی ندارد، ولی اغلب کشورها در به‌کارگیری آن به موفقیت‌های نسبی دست‌یافته‌اند. خطرهای نهفته و عوارض جانبی محصولات زیست‌فناوری تاحدی شناسایی شده است، ولی وفاق جمعی بین کشورهای جهان درخصوص قوانین وجود ندارد. خطرهای تروریستی و استفاده دولت‌های متخاصم از سلاح‌های کشتار جمعی حاصل از زیست‌فناوری افزایش خواهد یافت. از این‌رو نهادهای بین‌المللی تحت نظارت سازمان ملل برای ایجاد قوانین واحد به‌منظور جلوگیری از خطرهای استفاده از محصولات زیست‌فناوری افزایش خواهند یافت.

**۳-۲-۷. فناوری زیست‌محیطی**

منظور از اکوسیستم یا زیست بوم، مجموعه جانداران یک محیط به همراه تمام عوامل و تشکیل‌دهنده‌های آن محیط است. بنابراین به‌طور خلاصه اکوسیستم را می‌توان با عبارت محیط و موجودات زنده آن تعریف کرد و این واژه از دو کلمه Endogical و System تشکیل یافته است که به‌معنای مجموعه موجودات زنده و محیط زندگی آنهاست (www.wikipedia.org).

عوامل تأثیرگذار بر آینده محیط‌زیست عبارتند از (آینده‌نگاری فناوری دریا در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

- **منابع مالی:** شامل بودجه‌های دولتی، سرمایه‌های بخش خصوصی، سرمایه‌گذاری خارجی و تسهیلات بانکی برای توسعه می‌باشد.
- **سرمایه‌گذاری خارجی:** این عامل به میزان حضور اتباع یا دولت‌های خارجی بستگی دارد و می‌تواند علاوه‌بر منابع مالی خارجی باعث ورود دانش، مهارت و فناوری به کشور گردد.
- **عزم ملی:** به میزان توجه و دغدغه سیاست‌گذاران، مدیران و افکار عمومی بستگی دارد.
- **ژئوپلیتیک:** تأثیر موقعیت‌های جغرافیایی در سیاست است. موقعیت سواحل، بنادر، مسیرهای بین‌المللی حمل و نقل انرژی از جمله مواردی هستند که در تصمیم‌گیری‌ها تأثیرگذارند.
- **حفظ محیط‌زیست:** از جمله مسائل مهم در سطح ملی و بین‌المللی هستند که در توسعه و تصمیم‌گیری‌ها تأثیرگذارند.
- **منابع محیط‌زیست:** شامل آن دسته از منابعی می‌شود که اکتشاف و استخراج آنها ارزشمند می‌باشد.
- **حجم صادرات و واردات:** صادرات و وارداتی که ارتباط مستقیم با محیط‌زیست دارند در آینده این حوزه مؤثر خواهند بود.

• **رشد اقتصادی:** این عامل باعث رشد حجم اقتصاد و افزایش حجم حمل و نقل می‌شود.
• **صنعتی شدن:** این عامل با ایجاد رفاه بیشتر باعث تخریب کشاورزی، مشاغل سنتی و محیط‌زیست می‌شود.
• **تمرکززدایی و منطقه گرایی:** این عامل به تفویض و اعطای اختیارات بیشتر به ارگان‌های محلی بازمی‌گردد و تصمیم‌گیری در مورد مسائل جوامع محلی تا اندازه بسیاری به مسئولان همان محل واگذار می‌شود.
• **مناقشات سیاسی:** این عامل به مناقشات سیاسی بین کشورهای منطقه و بحث و درگیری بر سر موضوعات منطقه‌ای اشاره می‌کند.
• **تحریم:** شامل اعمال تحریم‌های بین‌المللی برضد جمهوری اسلامی ایران است که محدودکننده فعالیت‌های مختلف کشور در عرصه داخلی و خارجی است.
• **خصوصی سازی:** به کاهش تصدی‌گری و حضور دولت در این حوزه اشاره می‌کند.
• **نیروی انسانی متخصص بومی:** بومی بودن این نیروها باعث استمرار حضور آنها می‌شود و تخصص آنها با استاندارد بین‌المللی، تجربه و مهارت کافی معلوم می‌شود.
• **امکانات رفاهی:** شامل امکانات رفاهی برای افراد شاغل در این حوزه می‌شود.
• **پارک‌های زیست‌محیطی و تفریحات گردشگری:** علاوه بر جذابیت‌های گردشگری باعث توجه بیشتر به محیط‌زیست می‌شوند.
• **فاضلاب و پساب صنعتی:** این عامل که ناشی از فعالیت‌های تولیدی و صنعتی است در آینده محیط‌زیست تأثیرگذار است.
• **همکاری‌های بین‌المللی:** این عامل به همکاری‌های منطقه‌ای بین کشورهای منطقه در حوزه زیست‌محیطی اشاره دارد.
• **قوانین:** مجموعه مقرراتی که در مورد مباحث سرمایه‌گذاری، استفاده و نگهداری محیط‌زیست وضع شود.

با توجه به گزارش‌ها و مقالات ارائه شده در مجلات معتبر آینده‌پژوهی، برخی از تغییراتی که در آینده محیط‌زیست به وقوع خواهند پیوست عبارتند از:

• **مرگ ومیر در اثر گرم شدن کره زمین:** تا سال ۲۰۵۰ تغییرات آب و هوایی به تنهایی می‌تواند موجب افزایش ۴/۵ درصد تعداد مرگ‌ومیر ناشی از ازن در تابستان شود (به نقل از مجله اینترنتی Futurist Update، دسامبر 2004).
• **امواج گرمایی داغتر و طولانی‌تر برای شهرها:** براساس گزارش مرکز ملی

تحقیقات جوی آمریکا، مراکز بزرگ شهری مانند شیکاگو و پاریس در قرن بیست و یک نسبت به قرن بیستم به‌طور متوسط شاهد افزایش ۲۵ درصد در امواج گرمایی سالیانه خواهند بود، و این امواج گرمایی به‌طور متوسط نه روز بیشتر دوام می‌یابند. به نقل از مجله اینترنتی World Trends & Forecasts, نوامبر و دسامبر 2004

• **گسترش گیاهان تزئینی مقاوم‌تر به نمک:** محققان کشاورزی درآمریکا در حال مطالعه روی یک سری گل‌های مقاوم به نمک شوره‌زار هستند. گونه‌های تجاری گل‌هایی که در محیط‌های پرنمک می‌رویند، می‌توانند موجب کاهش هزینه صنایع، پرورش گل و ذخیره آب شیرین برای مصارف بهتر شوند و کارآیی محل‌های پرورش گل را بیشتر کنند (به نقل از مجله اینترنتی World Trends & Forecasts، ژانویه و فوریه ۲۰۰۵).

• **تلفن همراه برای تهیه کود:** تلفن‌های همراه از رده خارج شده هر روز بیشتر تبدیل به یک مشکل زیستی می‌شوند، به همین دلیل محققان در حال ساخت تلفن‌هایی با مواد قابل فرسایش زیستی هستند (به نقل از مجله اینترنتی Tomorrow in Brief، مارس و آوریل ۲۰۰۵).

با توجه به مسائل موجود در حوزه زیست‌محیطی در کشور چندین سناریو در سطح ملی متصور است:

**۱. تسخیر منابع انرژی:** افزایش تقاضای انرژی در جهان از یک سو و کاهش ذخایر شناسایی شده انرژی از سوی دیگر، کشورهای مختلف را تحریک می‌کند تا پروژه‌های جدیدی را برای اکتشاف منابع انرژی در محیط‌زیست آغاز کنند. با انجام این پروژه‌ها روش‌های اکتشاف و استخراج منابع انرژی به شدت توسعه می‌یابند و به عنوان مثال، روش‌های استخراج نفت و گاز از دریاها و استفاده از چوب درختان پیشرفت خواهد کرد. سازه‌ها، سکوها و انواع زیرساخت‌های مرتبط، توسعه چشم‌گیری خواهند یافت. امنیت، سبب ورود سرمایه‌گذاران خارجی خواهد شد و مشکلات زیست‌محیطی به شدت افزایش خواهد یافت که این امر باعث افزایش فشارهای بین‌المللی در قالب پروتکل‌های جهانی جهت حفاظت از محیط‌زیست خواهد شد. درصورت بهره‌برداری بیش از حد از منابع انرژی، انقراض گونه‌های مختلف گیاهی و حیوانی به وقوع خواهد پیوست.

**۲. اولویت امنیت:** در این سناریو به دلیل عدم توفیق فعالیت‌های فناورانه در افزایش کارایی انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، همچنین خطرات ناشی از انرژی‌های نو مانند ضایعات هسته‌ای، انرژی‌های فسیلی برای جایگزینی حاصل نمی‌شود و ارزش این منابع انرژی به علت محدودیت و عدم تجدیدپذیری به شدت افزایش می‌یابد. تقاضای بالای انرژی جهانی به‌خصوص در حوزه نفت و گاز،

هزینه تأمین امنیت این نوع فعالیت‌ها را به شدت بالا می‌برد و امنیت به اولویت اول دولت در نگهداری از منابع انرژی تبدیل می‌شود. در این سناریو منطقه امنیت کمتری دارد و مناقشات سیاسی در منطقه افزایش می‌یابد. همچنین سرمایه‌گذاری خارجی و اقتصاد گردشگری رشد چندانی پیدا نمی‌کند. در این سناریو، به دلیل افزایش فضای امنیتی، به مباحث حفظ محیط‌زیست توجه چندانی نمی‌شود و آلودگی‌های زیست‌محیطی افزایش می‌یابد. این آلودگی‌ها و همچنین آلودگی ناشی از تجهیزات نظامی و امنیتی در تخریب محیط‌زیست و گونه‌های مختلف جانداران تأثیر بسیاری می‌گذارد.

**۳. محیط‌زیست برای لذت:** در این سناریو به دلیل موفقیت قابل توجه در انرژی‌های‌نو و تجدیدپذیر و هزینه کمتر این انرژی‌ها، ارزش منابع انرژی تجدیدناپذیر کاهش می‌یابد. امنیت جهانی و منطقه‌ای زمینه لازم را برای مبادلات و تعاملات گسترده فراملی فراهم می‌کند و توافقنامه‌های منطقه‌ای برای حفظ و نگهداری از محیط‌زیست شکل می‌گیرد. با توجه به نیاز کمتر به منابع انرژی زیست‌محیطی دولت قوانین بیشتر برای حفظ محیط‌زیست وضع می‌کند. مباحث گردشگری، تفریحات زیست‌محیطی به شدت توسعه می‌یابد و سرمایه‌گذاری خارجی و فعالیت بخش خصوصی پررنگ‌تر می‌شود. همچنین سازمان‌ها و مؤسسات بیشتری در راستای حفظ محیط‌زیست ایجاد می‌شوند و فعالیت می‌کنند.

**۴-۲-۷. فناوری هوافضا**

هوافضا، شاخه‌ای از علم است که با طراحی هواپیما، فضاپیما و مسائل و موضوعات وابسته به آن سروکار دارد. مهندسی هوافضا یکی از پیشروترین زمینه‌های پژوهشی است و بودجه‌های کلان نظامی و غیرنظامی که صرف این رشته می‌شود زمینه‌های پیشرفت و جهش در دیگر رشته‌های دانش و مهندسی را فراهم ساخته است. مهندسی هوافضا دانشی راهبردی است که در آن از دانش‌های دیگر مانند متالورژی، علوم رایانه و الکترونیک بهره‌گیری می‌شود (www.wikipedia.org). صنعت هوافضا بسیار پیچیده است و از طریق نیروهای متفاوتی در محیط که از بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فناوری هستند، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (آینده‌نگاری فناوری هوافضا در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸).

هدف رشته دانشگاهی مهندسی هوافضا، تربیت کارشناسانی است که نیروی انسانی مورد نیاز برای طراحی، پژوهش و ساخت در صنایع گوناگون هوافضایی را فراهم سازند. رشته دانشگاهی هوافضا هم‌خوانی زیادی با مهندسی مکانیک دارد (www.wikipedia.org). هوافضا یک رشته جدید و استراتژیک در سراسر

جهان است ولی بسیاری از وسایل آزمایشگاهی آن مشمول تحریم شده و این امر تهدیدی آینده این علم در کشور است و نیازمند توجه دستگاه‌های اجرایی کشور و لزوم حمایت‌های مالی برای ساخت این وسایل و دستگاه‌ها می‌باشد (مانی،۱۳۸۶).

از نظر آموزش در هوافضا جزء برترین‌های منطقه هستیم اما برای رسیدن به سطح جهانی هنوز راه بسیار زیادی در پیش رو داریم. از جمله مواردی که به ارتقاء آموزش این رشته کمک می کند، آشنایی و تشویق مقاطع پایین تحصیلی با این رشته می‌باشد. برگزاری مسابقات در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی، طراحی وب سایت‌ها، بازی‌های رایانه‌ای و کتاب‌های کمک درسی در این راستا پیشنهاد می‌شود (مانی،۱۳۸۶).

از مهمترین عواملی که می‌تواند آینده صنعت هوافضا را در جهان (بخصوص در حوزه هوایی) تحت تأثیر قرار دهد، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (آینده‌نگاری فناوری هوافضا در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

• **حمل و نقل مسافر:** حمل و نقل مسافر که با تعداد مسافر ضرب در مسافتی (به کیلومتر) که پرواز کرده‌اند، اندازه‌گیری می‌شود، یکی از عوامل اصلی در صنعت هواپیمایی است. عوامل جمعیتی مثل رشد جمعیت، برداشتن مرزهای سیاسی، انباشت ثروت و مهاجرت و نیز عوامل رشد اقتصادی و ادامه روند تجارت جهانی، برخی از مهمترین نیروهای پیشران برای رشد حمل و نقل هوایی مسافر هستند. همچنین امنیت، ایمنی، مدیریت و ظرفیت فرودگاه‌ها، عوامل محدودکننده تقاضا برای حمل و نقل هوایی مسافر هستند.

• **حمل و نقل بار:** پیشران اصلی برای رشد میزان حمل و نقل هوایی بار، فعالیت اقتصادی است که با محصول ناخالص داخلی جهانی، اندازه‌گیری می‌شود. ادامه روند تجارت جهانی به‌این معناست که حمل و نقل هوایی بار، بازاری بالقوه و منبع درآمدی برای متصدیان خواهد بود.

• **هزینه عملیاتی:** هزینه عملیاتی برای متصدیان از هزینه‌های کارکنان درون هواپیما، کارکنان روی زمین، هزینه‌های سوخت، ملزومات مصرفی، بیمه، اجاره، نگهداری و مانند اینها ناشی می‌شود. این هزینه‌ها از نرخ معاوضه ارز، مالیات و نوع هواپیما تأثیر می‌پذیرد.

• **هزینه سوخت:** هزینه سوخت، همان سوخت جت یا نفت سفید است که کالای گرانی به شمار می‌آید. بهای این سوخت به عواملی همچون تقاضای انرژی، بازده نفت خام و مالیات بستگی دارد.

• **بهای بلیط:** بهای بلیط به عواملی همچون مسافت، فعالیت‌های فصلی و سن مسافر بستگی دارد.

با توجه به مسائل موجود در حوزه فناوری هوافضا در کشور چندین سناریو در سطح ملی متصور است (آینده‌نگاری فناوری هوافضا در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

**۱. عقاب‌های نگهبان:** در این سناریو سیاست هوافضای نظامی و غیرنظامی همگرایی دارد و بخش هوافضا نیز بر توسعه خدمات و کاربرد متمرکز است. به‌این ترتیب تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در بخش هوافضا از هماهنگی برخوردار است و خدمات و کاربرد نیز بیشتر به برآورده‌کردن نیازهای امنیتی کشور معطوف خواهد شد. نقش دولت در بخش هوافضا بیشتر می‌شود و سرمایه‌گذاری‌ها نیز غالباً دولتی خواهند بود. همچنین بخش نظامی در این سناریو قدرت بیشتری خواهد داشت. به‌طور کلی در این سناریو، صرفه اقتصادی بخش هوافضا چندان اهمیتی ندارد و موضوعات امنیتی، توجه بسیاری را به خود اختصاص می‌دهند. در چنین فضایی مدیریت و کنترل همه سازمان‌ها و مراکز هوایی و فضایی، دولتی یا نیمه‌دولتی است، اما امکان دارد در برخی از حوزه‌های خدمات هوافضایی (مثل خطوط هواپیمایی) به بخش خصوصی نیز اجازه فعالیت داده شود. به دلیل حاکم بودن رویکرد امنیتی، هزینه‌های عملیاتی خطوط هوایی بیشتر خواهد بود که علت اصلی آن بی‌توجهی به رقابت‌پذیری در بازار و فقدان نگاه تجاری به این حوزه است. در این سناریو به دلیل اینکه توجه به مسائل امنیتی بسیار زیاد است، به موضوعات زیست‌محیطی توجه درخوری نمی‌شود. راهبرد اصلی در این سناریو بهبود تجهیزات خواهد بود که این راهبرد از طریق راهکارهای: الف) تقویت شبکه‌سازی، ب) شبیه‌سازی موقعیت‌های مختلف، ج) آموزش افراد، قابل پیگیری است.

**۲. شاهین‌های دست‌آموز:** در این سناریو، سیاست هوافضای نظامی و غیرنظامی از همگرایی برخوردار است و بخش هوافضا نیز بر توسعه فناوری و ارتقا فناوری ساخت و تولید تمرکز دارد. در این سناریو، رویکرد توسعه فناوری نیز با دیدگاهی امنیتی و نظامی دنبال می‌شود. در این رویکرد، بخش هوافضا به دنبال دستیابی به فناوری‌های مدرن این بخش است و در این زمینه، همکاری‌های بین‌المللی با برخی از کشورها، برای انتقال این فناوری‌ها در دستور کار قرار می‌گیرد. به‌این ترتیب، جهت سیاست‌گذاری‌ها نیز به سوی دستیابی به توانمندی تولید محصولات هوافضایی در داخل کشور متمایل شده، سرمایه‌گذاری‌های دولت در این زمینه بیشتر می‌شود و یارانه‌هایی نیز به این بخش پرداخت می‌شود. صرفه اقتصادی در تصمیم‌گیری‌های این بخش جای خود را به ملاحظات امنیتی می‌دهد و تصمیمات گوناگون با در نظر گرفتن مسائل امنیتی اتخاذ می‌شود. در این سناریو، تقاضای دفاعی تعیین‌کننده فناوری‌هایی است که باید برای جذب، انتقال و به‌کارگیری آنها اقدام کرد. در این فضا مدیریت و کنترل همه مراکز

هوافضایی بر عهده دولت است، اما امکان دارد در برخی از حوزه‌های تولیدات هوافضایی (مانند قطعه‌سازی) به بخش خصوصی نیز اجازه فعالیت داده شود. در این سناریو برساخت پرنده‌های خودکار، ماهواره‌های مخابراتی و اطلاعاتی، موشک‌های مختلف، سکوهای پرتاب ماهواره، سیستم‌های راداری پیشرفته و مانند اینها تأکید می‌شود.

**۳. سیمرغ ایرانی:** در این سناریو سیاست هوافضای نظامی و غیرنظامی دارای همگرایی نیست. بخش هوافضای نظامی بر توسعه فناوری و ارتقاء فناوری ساخت و تولید تمرکز دارد و بخش هوافضای غیرنظامی نیز بر فناوری‌های ساخت و تولید تجهیزات و محصولات مورد نیاز بازار متمرکز خواهد شد. در هر دو بخش هوافضای نظامی و غیرنظامی، رویکرد تولید داخلی محصولات مدنظر خواهد بود و دولت کمک‌هایی را در این زمینه ارائه می‌کند. نقش دولت در بخش هوافضای غیرنظامی بسیار کمرنگ می‌شود و دولت متصدی امور هوافضای نظامی خواهد بود. در هر دو بخش هوافضای نظامی و غیرنظامی، همکاری‌های بین‌المللی برای دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید صورت خواهد گرفت، اما در بخش هوافضای غیرنظامی این همکاری‌ها بیشتر خواهد بود. همکاری با تولیدکنندگان بین‌المللی به قرار گرفتن در زنجیره تولید بین‌المللی خواهد انجامید و این امر نیز دسترسی به بازارهای بین‌المللی را برای صادرات آسان‌تر خواهد کرد. بخش خصوصی به‌منظور تأمین مالی و توسعه قابلیت‌ها به دنبال جذب سرمایه‌گذاری خارجی می‌رود و آن را در دستور کار قرار می‌دهد. ورود به حوزه‌های مختلف ساخت و تولید هوافضای غیرنظامی کاملاً با رویکرد اقتصادی و با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی صورت خواهد گرفت. در این سناریو، رقابت شدیدی بین تازه‌واردان میان صنعت صورت می‌گیرد. به دلیل غیرامنیتی بودن فضای این سناریو، به مسائل زیست‌محیطی توجه می‌شود.

**۴. برج کبوتر:** در این سناریو سیاست هوافضای نظامی و غیرنظامی دارای همگرایی نیست. بخش هوافضای غیرنظامی با توجه به نیاز بازار و اتخاذ رویکرد تقاضامحوری، به ارائه خدمات و کاربردهای متنوع در این بخش خواهد پرداخت و این فعالیت‌ها با رویکردی کاملاً اقتصادی خواهد بود. مراکز هوافضای نظامی تحت مدیریت دولت خواهد بود و مدیریت اغلب مراکز هوافضای غیرنظامی نیز برعهده بخش خصوصی قرار خواهد داشت. در این سناریو خدمات تفریحی هوایی ترویج می‌یابد و اغلب به کوشش بخش خصوصی، ایجاد و اداره می‌شود. به دلیل غیرامنیتی بودن فضای این سناریو، محیطی مناسب برای ارائه خدمات ترانزیت هوایی فراهم می‌شود که می‌توان با توجه به موقعیت مناسب جغرافیایی، درآمد خوبی از ترانزیت هوایی مسافر، کالا و ارائه خدمات مرتبط، به دست

آورد. بخش خصوصی در این سناریو بسیار فعال است و این همکاری‌ها باعث ارتقاءدانش و مهارت در حوزه‌هایی چون مدیریت اطلاعات، مدیریت خطوط هوایی، مدیریت فرودگاه‌ها و خدمات ارائه شده در فرودگاه‌ها می‌شود. همچنین مسائل زیست‌محیطی در این سناریو به شدت مورد توجه قرار می‌گیرد. در بخش هوافضای نظامی فقط دولت است که فعالیت می‌کند. دولت در بخش هوایی اقدام به خرید محدود جنگنده و تجهیزات دفاعی از دیگر کشورها می‌کند و به تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز مانند فرودگاه‌ها می‌پردازد و در بخش فضایی نیز به دنبال خرید یا اجاره ماهواره‌های نظامی، ناوبری، ارتباطی و مخابراتی، و همچنین موشک‌ها و سکوهای پرتاب ماهواره است.

**۵-۲-۷. علوم و فناوری شناختی**

علوم شناختی یکی از دانش‌های نو می‌باشد که از زیرمجموعه‌هایی چون علوم اعصاب، روان‌شناسی، زبان‌شناسی، علوم رایانه و فلسفه ذهن تشکیل شده و کاربرد وسیعی در حوزه‌های فرعی مانند پزشکی، آموزش و پرورش، جامعه شناسی، سیاست، علوم اطلاعات، ارتباطات و رسانه‌های گروهی، مهندسی پزشکی، مهندسی کنترل و حتی علوم دفاعی و جنگ پیدا کرده است. در حال حاضر مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌های بسیاری به تحقیق در زمینه علوم شناختی و فناوری‌های آن اشتغال دارند و در تلاشند راز بزرگترین سرمایه آدمی یعنی مغز و ذهن را کشف کنند و کارکردهای آن را به عنوان عالی‌ترین و پیچیده‌ترین ودیعه الهی بشناسند (خرازی، ۱۳۸۸).

دانشمندان عصب‌شناس، زبان‌شناس، روان‌شناس، فیلسوفان ذهن و نظریه‌پردازان علم رایانه به کمک هم و در تعامل با یکدیگر توانسته‌اند گام‌های با ارزشی را در جهت کشف و تبیین کارکردهای شناختی مغز انسان بردارند، به‌طوری که در مدت کوتاه ۳ الی ۴ دهه اخیر یافته‌های گرانبهایی را برای ما به ارمغان آورده‌اند. به همین دلیل هم دهه ۱۹۹۰ را دهه مغز نامیدند، با این امید که با بسیج امکانات علمی و تلاش همگانی بتوانند بیش از پیش به دنیای اسرارآمیز مغز پی ببرند (خرازی، ۱۳۸۸).

این علم به بررسی ماهیت فعالیت‌های ذهنی مانند تفکر، طبقه‌بندی و فرایندهایی که انجام این فعالیت‌ها را ممکن می‌کند، می‌پردازد. به صورت مشخص‌تر، از جمله اهداف اصلی این رشته، پژوهش در زمینه بینایی، تفکر و استدلال کردن، حافظه، توجه، یادگیری، و مباحثی مربوط به زبان می‌باشد. محققین این رشته در ابتدا سعی داشتند که تفکر انسان را به اجزاء کوچکتری تقسیم کرده، و قوانین و گرامر مشخصی را برای کنار هم قرارگرفتن این اجزا بیابند. به عقیده آنها تفکرات مختلف ناشی از آرایش‌های مختلف، این واحدهای

کوچکتر فکری بود. بعدها این نحوه بررسی زیر سؤال رفت و نظریاتی مطرح شد که در آنها ادراکات مختلف ناشی از کم شدن یا زیاد شدن شدت اتصالات خاصی در مغز بیان شد (www.wikipedia.org).

براساس اطلاعات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی، تعداد مراکز شناخته شده به عنوان مرکز علوم شناختی در آمریکا و کانادا ۴۰ مرکز، در اروپا ۲۰ مرکز و در آسیا و اقیانوسیه ۶ مرکز است. در آسیا کشورهای ژاپن، کره جنوبی، هند، ترکیه و ایران دارای مراکز آموزشی و پژوهشی با عنوان علوم شناختی هستند. در ایران تنها دو مرکز با نام علوم شناختی وجود دارد. البته در برخی از دانشگاه‌های کشور، فعالیت‌های مرتبط با علوم شناختی انجام می‌شود. در بین کشورهای خاورمیانه صرف نظر از فلسطین اشغالی، ایران هم از نظر تعداد مقالات و هم از نظر H index رتبه اول را دارد. علوم شناختی می‌تواند محلی برای گفتگوی سازنده بین شرق و غرب بر مبنای درک فرهنگی- فلسفی متفاوت طرفین از مسئله ذهن و شناخت باشد. حرکت به این سو می‌تواند یکی از اهداف ویژه (متناسب با سرزمین و فرهنگ ما) در زمینه توسعه برخی از شاخه‌های غیرتجربی علوم شناختی باشد (پیش‌نویس سند راهبردی علوم و فناوری‌های شناختی، ۱۳۸۸).

با توجه به تازگی و نوپا بودن علوم و فناوری شناختی در ایران، ارائه سناریوهای مناسب در سطح ملی در این حوزه نیازمند زمان و تجربیات بیشتری است ولی با توجه به تحولات سال‌های اخیر می‌توان برخی از مباحث مهم آینده این حوزه را مطرح کرد:

• **ماشین‌های خودزایشی:** در آینده، ماشین‌هایی که از خودشان نمونه‌های دیگر تولید می‌کنند، با روشی کاملاً متفاوت با روش مورد استفاده ارگانیسم‌ها جهت تولید خود، تولید نسل می‌کنند. تولید نسل خود به خودی می‌تواند با روش‌های تکاملی ممکن و بسیار زیاد انجام شود. تولید کامپیوتر به وسیله کامپیوترهای دیگر نیز ممکن خواهد بود (حجازی (ج)، ۱۳۸۶).

• **استفاده از مغز برای یافتن آینده:** بررسی‌های جدید نشان می‌دهد که گذشته هر فرد می‌تواند کلیدی برای رویاهای آینده او باشد. در جریان آزمایش‌هایی با استفاده از تصویربرداری پیشرفته مغز، دانشمندان دریافته‌اند هنگامی که افراد رویدادهای آینده را تصور می‌کنند، مراکز عصبی آنان بسیار فعال می‌شوند. تاکنون، مردم تصور می‌کردند اندیشه پیرامون آینده فرایندی است که تنها در قسمت پیشانی مغز روی می‌دهد. با وجود این، داده‌های جدید حاصل از ام.آر.آی نشان می‌دهد که گستره‌ای از مناطق مغز هنگامی فعال می‌شوند که فرد پیرامون آینده به تخیل می‌پردازد. بخش‌هایی از مغز مورد استفاده افراد

قرار می‌گیرند که در آن بخش‌ها به تصور خودشان در محیط‌های آشنا مبادرت می‌کنند. همین نقاط هنگامی که خود را در فضاهای ناآشنا تصور می‌کنند، مورد استفاده واقع نمی‌شوند. برای مثال، افراد هنگام تمایل به کسب آگاهی از موضوع یا خبری می‌کوشند تصاویر تلویزیونی، مجله‌ها، کتاب‌ها، تابلوها و غیره را به یاد آورند، نه تصاویری را که در حافظه‌های شخصی آنها ممکن است وجود داشته باشد. آزمایش‌های ام.آر.آی نشان می‌دهند که مغز، ماشین بسیار کارآمدی است که خاطره‌ها را از روی صفحات ذهنی در زمان‌هایی که هنوز نیامده‌اند، بازیافت می‌کند (حجازی (الف)، ۱۳۸۶).

• **عناصر مصنوعی تصمیم‌های بیشتر:** رشد شبکه‌های الکترونیکی، روبات‌ها، هوش مصنوعی و دیگر گونه‌های حیات مصنوعی همگی سبب افزایش اتخاذ تصمیم‌های مالی، بهداشتی، آموزشی و حتی سیاسی در میان ما شده‌اند. ادامه این روند و پیچیدگی فناوری‌ها می‌تواند تعداد این تصمیم‌ها را افزایش دهد و این سبب خواهد شد که در قرن آینده با چنین تصمیم‌هایی بیشتر از امروز روبه‌رو شویم (حجازی (ب)، ۱۳۸۶).

• **بقا یا نابودی نسلی از کامپیوترها:** در مورد کامپیوترها، در آینده ابتدا برنامه‌ها به‌وسیله انسان نصب خواهد شد که حسب خواسته بازار خواهد بود چون ماشین‌هایی که خودشان را حفظ می‌کنند بادوام و قابل اطمینان هستند و ماشین‌های خودزایشی تدارک مستمری را تضمین می‌کنند، در حالی‌که در همان زمان یک تقاضای مستمر برای مدل‌های جدیدتر ارائه می‌دهند. حتی اگر تأثیر نیروی انسانی در بازار بر کارخانه‌های ماشینی کاهش یابد، قدرت‌های برنامه‌ریزی شده به سوی خودزایشی همچنان باقی می‌مانند، چون مدل‌هایی که دارای این برنامه هستند باقی می‌مانند و نمونه‌های زیادی از خودشان تولید می‌کنند، در حالی‌که مدل‌هایی که تمایلی به حفظ خود و تولید نسل خود ندارند با گذشت زمان ناپدید خواهند شد (حجازی (ج)، ۱۳۸۶).

• **شاخه‌ای جدید بر این درخت:** وقتی مداخله انسان یک ویژگی ضروری در تداوم تکامل ماشین نیست، مسیر تکامل در توسعه ماشین‌ها شاید با توسعه انسان‌هایی که آن را ایجاد کردند فرق کند. کم‌کم ماشین‌ها در طراحی و برنامه‌ریزی ماشین آلات جدید، نقش مهم‌تر و بزرگتری به عهده خواهند گرفت، تا جایی‌که بدون کمک انسان بخش عمده‌ای از کار را انجام خواهند داد. به تدریج، کامپیوترها قادر به ایجاد برنامه‌ها و کامپیوترهایی خواهند بود که قابل استفاده انسان باشند؛ اما فراتر از قدرت انسان نیز خواهند بود. در این زمان، تکامل ماشین دوره خاص خود را همانند دیگر شاخه‌های درخت تکامل، پیدا خواهد کرد که از خطوط زمان قدیم جدا خواهد شد (حجازی (ج)، ۱۳۸۶).

• **اهمیت حافظه:** در آینده، اهمیت درک کارکرد حافظه به اندازه تصور آینده اهمیت خواهد داشت و اندیشه پیرامون آینده مانند به یاد آوردن گذشته با ارزش خواهد بود (حجازی (الف)، ۱۳۸۶).

**۶-۲-۷. فناوری اطلاعات**

فناوری اطلاعات یا (IT) به مطالعه، طراحی، توسعه، پیاده‌سازی، پشتیبانی یا مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی مبتنی بر رایانه، به‌خصوص برنامه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزار رایانه می‌پردازد. به‌عبارت دیگر، فناوری اطلاعات با مسائلی مانند استفاده از رایانه‌های الکترونیکی و نرم‌افزار سروکار دارد تا تبدیل، ذخیره، حفاظت، پردازش، انتقال و بازیابی اطلاعات به شکلی مطمئن و امن انجام پذیرد. فناوری اطلاعات از علم رایانه بسیار وسیع‌تر است. فناوری اطلاعات متشکل از چهار عنصر اصلی انسان، سازوکار، ابزار و ساختار است، به‌طوری که در این فناوری، اطلاعات از طریق زنجیره ارزشی که از بهم پیوستن این عناصر ایجاد می‌شود، جریان یافته و پیوسته تعالی و تکامل سازمان را فراراه خود قرار می‌دهد.[1]

در ایران در این زمینه دو رشته «مهندسی فناوری اطلاعات» و «مدیریت فناوری اطلاعات» وجود دارد که رشته دوم از ترکیب دو رشته «مدیریت» و «فناوری اطلاعات» به وجود آمده است. رشته مهندسی فناوری اطلاعات به چگونگی سازماندهی و ساماندهی داده‌ها می‌پردازد و رشته مدیریت فناوری اطلاعات به چگونگی تدوین سیستم و استفاده از داده‌ها می‌پردازد. هرکدام از این رشته‌ها دارای گرایش‌های ویژه خود هستند.[2]

عوامل کلیدی شناسایی شده که بر آینده فناوری اطلاعات تأثیرگذارند، عبارتند از (آینده‌نگاری فناوری اطلاعات در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

- توسعه حقوق مالکیت فکری،
- آهنگ رشد و ضریب نفوذ خدمات دیجیتالی،
- توسعه تجارت الکترونیکی،
- دولت الکترونیکی،
- امنیت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری،
- آهنگ رشد سرمایه‌گذاری،
- زیرساخت فناوری اطلاعات،
- ترجمه و مکالمه همزمان میان نوشتارها و گفتارها،
- فضای باز تبادل اطلاعات،
- دادگاه‌های بررسی جرائم الکترونیکی،

1 www.wikipedia.org
2 www.wikipedia.org

- مدیریت بنگاه‌های فناوری اطلاعات،
- گسترش شبکه پهن باند،
- گسترش تجهیزات تلفن همراه،
- شکاف دیجیتالی،
- سرعت تحولات در پردازش تصویر و صوت،
- یکپارچگی رسانه‌ها،
- سلامت الکترونیکی،
- کمیت و کیفیت بازار تقاضا،
- نرم‌افزارهای متن باز،
- قوانین جهانی فناوری اطلاعات،
- آموزش از راه دور،
- توسعه روباتیک،
- راهبری اینترنت،
- نانوالکترونیک،
- زیست حس‌گرها،
- توان مصرفی محصولات.

فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق اعتمادسازی هرچه بیشتر نسبت به خود فناوری، در حال شکل‌بخشی به دنیای آینده در تمام ابعاد زندگی و بخش‌های مختلف (در کار، خانه، پزشکی، امور نظامی، حمل ونقل و غیره) است. اینترنت به عنوان رکن اساسی، هدایت‌گر دنیایی بسیار پیوسته‌تر از گذشته است. با بررسی دقیقتر می‌توان ذکر کرد که فناوری اطلاعات در حوزه‌های زیر در آینده تأثیر بسزایی خواهد داشت:

**۱. حوزه خانواده:** رشد فرهنگ‌های جدید، پرکردن اوقات فراغت، به‌کارگیری رایانه‌های سیار و رشد دنیای مجازی، تعاملات کمتر در روابط خانوادگی و انزوا برای استفاده بیشتر از ماشین.

**۲. حوزه کسب و کار:** رشد شرکت‌های مجازی، رشد اشتغال از راه دور، خرید از منزل، خدمات نگهداری هوشمند، رشد وسایل نقلیه خودکار، ایجاد مشاغل جدید و از بین رفتن برخی مشاغل، تبدیل شرکت‌ها به بخش‌هایی از مراکز تجاری.

**۳. حوزه اجتماعی:** آموزش از راه دور، دسترسی به منابع آموزشی، ایجاد گروه‌ها و سازمان‌های اینترنتی، پزشکی از راه دور، کاهش امنیت اطلاعات و اهمیت حفاظت اطلاعاتی، خطر سوء استفاده از اطلاعات شخصی، نشر تصاویر مستهجن در اینترنت.

در مورد آینده فناوری اطلاعات و با توجه به تعاملات فراوان آن با سایر علوم و فناوری‌ها، با طرح برخی سؤالات اساسی و پاسخ دادن به آنها به‌وسیله متخصصان این حوزه، می‌توان بخشی از آینده این فناوری را ترسیم کرد، از جمله این سؤالات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (آینده‌نگاری فناوری اطلاعات در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

• **نرم‌افزارهای متن باز یا تجاری:** آیا سازمان‌های دولتی موظفند نرم‌افزارهای خود را به‌صورت متن باز یا تجاری تبدیل کنند؟

• **فضای باز یا کنترل تبادل اطلاعات:** آیا باید دولت سیاست فضای باز اطلاعات را در پیش گیرد یا بر فضای تبادل اطلاعات کنترل داشته باشد؟

• **تقویت بنگاه‌های کوچک یا بزرگ:** آیا دولت باید بنگاه‌های کوچک و متوسط را در حوزه فناوری اطلاعات تقویت کند یا به ایجاد و توسعه بنگاه‌های بزرگ بپردازد؟

• **نقش حاکمیتی یا تصدی‌گری دولت در بخش خدمات:** آیا دولت باید در بخش خدمات فناوری اطلاعات نقش حاکمیتی داشته باشد یا تصدیگری این حوزه را بر عهده بگیرد؟

• **تقویت اینترانت یا توسعه‌اینترنت:** آیا دولت موظف است سیاست ایجاد شبکه فراگیر اینترانت پر سرعت ملی را اتخاذ کند یا باید به دنبال حضور پرقدرت در اینترنت بین‌المللی باشد؟

• **مالکیت فکری داخلی و خارجی یا فقط داخلی:** آیا دولت باید حقوق مالکیت فکری را هم درباره محصولات داخلی و هم درباره محصولات خارجی رعایت کند یا صرفاً به رعایت حقوق مالکیت فکری محصولات داخلی توجه کند؟

• **توانمندسازی بخشی از صنعت:** آیا دولت باید سیاست توانمندسازی و تقویت دیگر حوزه‌ها را از طریق فناوری اطلاعات پیگیری کند یا باید فناوری اطلاعات را به‌مثابه بخشی از صنعت و به صورت فناوری مستقل در نظر گیرد؟

• **فارسی یا انگلیسی:** آیا باید زبان فارسی به عنوان زبان رسمی تبادل اطلاعات در کشور تقویت شود یا زبان انگلیسی به عنوان زبان تبادل اطلاعات پذیرفته و تقویت شود؟

طبق یک نظریه آینده‌نگری، کاربرد رایانه در بیشتر تحقیقات گنجانیده شده است، به عبارت دیگر فناوری اطلاعات درحال نزدیک شدن به مرکز استراتژی سازمان می‌باشد. به همین دلیل، آموزش و تربیت افراد برای استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و مشاغل مرتبط با آن باید در رأس امور قرار گیرد. چارچوب‌های قانونی و سیاست‌گذاری می‌تواند موجب ترویج و تشویق یا مانع گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات گردد. در چنین حالتی باید به تعادل

بین علاقه شهروندان در ارتباط با حفاظت اطلاعات و امور شخصی و استفاده از تسهیلات فناوری اطلاعات از یک طرف و منافع ملی افراد و جامعه از طرف دیگر، توجه کرد.
در آینده رسانه‌های دیجیتالی بر ارتباطات حاکم می‌شوند و به‌این ترتیب همه جنبه‌های فرهنگ انسان را دگرگون می‌کنند. مشخصه‌های دوران دیجیتالی عبارتند از: ارتباطات متقابل، پیچیدگی، شتاب فعالیت‌های انسان، همگرایی رسانه‌ها و افزایش اهمیت ارزش‌های غیرملموس مانند شهرت (Miller,2005).
بنابراین در آینده نزدیک از یک سو، سرعت نوآوری در فناوری اطلاعات و ارتباطات در شکل بخشیدن به آینده، موجب ایجاد اطمینان به فناوری اطلاعات و ارتباطات خواهد بود و از سوی دیگر، احتمال تغییرات الگو و پیدایش محیطی که قادر به دریافت و پاسخ به افراد متفاوت با روش‌های نامحدود، مخرب و گاهی نامریی می‌باشد، وجود دارد و این امر نگرانی در مورد مسائل مربوط به اطمینان و امنیت را افزایش می‌دهد.
با توجه به مسائل موجود در حوزه فناوری اطلاعات در کشور چندین سناریو در سطح ملی قابل ارائه است (آینده‌نگاری فناوری اطلاعات در ایران ۱۴۰۴، ۱۳۸۸):

**۱. محصولات جهانی:** در این سناریو تصمیم جدی دولت برای توسعه اقتصادی از یک سو و جذابیت حوزه فناوری اطلاعات از سوی دیگر، سرمایه‌گذاری برای صنایع فناوری اطلاعات را توجیه‌پذیر می‌کند. به دلیل زمینه مناسب برای جذب سرمایه‌گذاری شرکت‌های چندملیتی، امکان همکاری‌های مشترک با سایر کشورها فراهم می‌شود و کشور با اتخاذ این رویکرد تلاش‌های خود را برای عضویت در سازمان تجارت جهانی شدت می‌بخشد. در این سناریو فناوری اطلاعات نمی‌تواند در کوتاه‌مدت به فناوری فراگیری تبدیل شود که عموم جامعه از خدمات آن برخوردار شوند و در بلندمدت نیز به شدت به سیاست‌های دولت وابسته خواهد بود. به همین دلیل موفقیت صنعتی در بلندمدت تحقق می‌یابد و بنگاه‌های داخلی در کوتاه‌مدت به دلیل رقابت‌پذیر نبودن، نمی‌توانند در بازار موفق شوند و با ورود کالاهای خارجی مجبور به ترک بازار خواهند بود. در این سناریو گسترش زیرساخت فناوری اطلاعات، سیاست اصلی دولت نیست و توسعه زیرساخت در عمل به عنوان ابزاری برای توسعه صنعتی شناخته می‌شود. با توجه به سیاست مداخله حداقلی دولت به‌منظور تسهیل فعالیت و قانونمندسازی روابط میان شرکت‌های داخلی و خارجی، ضروری است که نهادهای قانونگذار غیردولتی، به شدت توسعه یابند.

**۲. بزرگراه فناوری اطلاعات:** در این سناریو توانمندسازی صنایع از طریق

تقویت زیرساخت‌های فناوری اطلاعات صورت می‌گیرد و شرکت‌های ارائه کننده خدمات دیجیتالی بسیار فعال می‌شوند و یکی از بازارهای عمده دولتی و خصوصی را در اختیار می‌گیرند. رویکرد برون‌گرایانه دولت به همراه تقویت خدمات مرتبط با فناوری اطلاعات، دولت را ناگریز می‌سازد که قوانین و مقررات مرتبط با زیرساخت‌های خدمات پایه این حوزه را به سرعت فراهم کند. در این سناریو زیرساخت تجارت الکترونیکی، یکی از بنیادی‌ترین و اجتناب ناپذیرترین زیرساخت هاست که خود، زیرساخت بسیاری از خدمات الکترونیکی دیگر مانند آموزش از دور و سلامت الکترونیکی است و دولت باید زیرساخت تجارت الکترونیکی را ایجاد کرده و توسعه دهد. در چنین فضایی، تقاضا برای نرم‌افزارهای زیرساختی و نیز کاربردی افزایش می‌یابد، اما با توجه به تمرکز دولت و شرکت‌های بزرگ بر زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، نرم‌افزارهای زیرساختی بازار وسیع‌تر خواهند شد. در این سناریو سواد دیجیتالی جامعه در بالاترین سطح خواهد بود، دانشگاه‌ها به شدت تقاضامحور خواهند شد و با توجه به کشش بازار برای نیروهای تخصصی، دانشگاه‌ها نیروی انسانی مورد نیاز بازار را در کیفیتی‌ترین سطح و کاملا رقابت پذیر با دانشگاه‌های مشابه خارج کشور، تربیت خواهند کرد.

**۳. اینترانت ملی:** فضای این سناریو متأثر از وقایع و رویدادهایی است که جهان را به سمت امنیتی سوق داده و روند منطقه‌گرایی و ملی‌گرایی را به شدت تقویت کرده است. در این وضعیت کشورها مبادلات و تعاملات خود را در گسترده‌ترین حالت، به منطقه متبوع خود محدود می‌کنند. ایران نیز در چنین وضعیتی سعی در حفظ امنیت ملی می‌کند و فقط با معدودی از کشورهای دوست و معتمد تعامل دارد از این‌رو ناچار است رویکردی درون‌گرا پیش بگیرد و حسب آن، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات را به‌منظور ارتقای دیگر بخش‌های صنعتی و غیرصنعتی توسعه دهد. هدف اصلی دولت در این سناریو، دستیابی به خودکفایی در برخی از صنایع حیاتی و زیربنایی و حفظ پیش‌گامی خود در حوزه‌های نوظهور است. در چنین شرایطی حمایت دولت از صنایع داخلی یکی از سیاست‌های اصلی است و دولت ناگزیر خواهد بود مشوق‌هایی را به تولیدکنندگان داخلی و به‌ویژه شرکت‌های معتمدتر ارائه کند. چنین وضعیتی شرکت‌های داخلی را به سمت مدیریت سیاسی و مورد اعتماد دولت سوق می‌دهد تا بتوانند از حمایت‌های همه‌جانبه دولت بهره مند شوند.

**۴. محصولات محلی:** فضای این سناریو متأثر از این موضوع است که رویکرد درون‌گرایی در سیاست خارجی کشور، هم برآمده و هم تشدیدکننده اهمیت موضوع امنیت به عنوان اساسی‌ترین نیاز ملی است. اگرچه زیرساخت توسعه

یافته و گسترده در کشور منافع چشمگیری را به همراه دارد، اما مخاطرات امنیتی آن، سیاست‌گذاران را در اولویت‌دهی به توسعه زیرساخت را با تردید روبرو می‌کند؛ به عبارت دیگر سیاست‌گذاران اگرچه تمایل دارند تا زیرساخت به صورت گسترده توسعه یابد؛ اما ضرورت کنترل بر زیرساخت نیز به شدت احساس می‌کنند. مهمترین دلایلی که نیاز به امنیت و کنترل را در این سناریو موجه می‌سازند، عبارتند از: الف) حفاظت از امنیت ملی، ب) صیانت از ارزش‌های فرهنگی و مذهبی، ج) صیانت از شبکه‌ها و پایگاه‌های داده و اطلاعات. توجه مضاعف به امنیت و ایمنی، هزینه‌های مربوط به بهره‌گیری از خدمات وب و همچنین نرم‌افزارها را افزایش می‌دهد زیرا این نرم‌افزارها به زیر ساخت شبکه وابسته هستند، در مقابل، نرم‌افزارهای رایانه‌های شخصی دوباره مورد اقبال قرار می‌گیرند.

**۵. تعادل بازار و عدم مداخله دولت:** در این سناریو سیاست‌گذاری در بخش فناوری اطلاعات از طریق تعامل بین بازیگران این بخش در نهاد بازار شکل خواهد گرفت. این تعامل ممکن است به سمت ایجاد همگرایی و تعادل در بازار حرکت کند و یا اینکه موجب واگرایی و شکست بازار شود و همین امر سبب شود تا دولت در مقاطعی از زمان به‌صورت شتاب‌زده بازار را سیاست‌گذاری و کنترل کند. وجود بازار مناسب در کشور و نبود سیاست‌گذاری صریح و شفاف، شرایط بسیار پیچیده‌ای برای تقابل بین نمایندگی‌های فروش شرکت‌های خارجی و بنگاه‌های کوچک و متوسط نرم‌افزار در کشور ایجاد خواهد کرد. عدم توانمندی بنگاه‌های داخلی در پاسخ به حجم فراوان نیازهای تخصصی نرم‌افزار، سبب می‌شود بخشی از طرح‌ها به شرکت‌های خارجی سپرده شود. در این سناریو شکاف معناداری میان ایران و کشورهای پیشرفته در حوزه فناوری اطلاعات وجود خواهد داشت و اگرچه این شکاف به مرور زمان کمتر می‌شود، اما کاهش روند آن کند خواهد بود. در این فضا، سطح سواد دیجیتالی در کشور در حد متوسط، ولی بازار آموزش‌های تخصصی پر جنب و جوش خواهد بود.

### ۳-۷. همگرایی فناوری‌های برتر

همگرایی فناوری‌ها در سال‌های اخیر به شدت در بحث‌های علمی وارد شده است و به باور بسیاری از آینده‌پژوهان، بخشی از آینده فناوری‌های برتر در همگرایی این فناوری‌ها خواهد بود.اگرچه همگرایی فناوری‌های برتر، تمام آینده این فناوری‌ها را شکل نمی‌دهد؛ ولی مسلماً قسمتی از آینده فناوری‌های برتر در همگرایی آنها خواهد بود. از این‌رو در این بخش به بررسی و ظهور حوزه‌های جدید و در حال شکل‌گیری ناشی از همگرایی فناوری‌های برتر می‌پردازیم.

تاریخ بشریت، تاریخ پرتلاطمی بوده ولی ۳۰۰ سال اخیر مهمترین دوره تاریخ

بشریت محسوب می‌شود که چند انقلاب بزرگ علمی و فنی از جمله ساخت ماشین بخار در قرن نوزدهم و فناوری‌های پیشرفته قرن بیستم را به خود دیده و در حال حاضر در قرن ۲۱ شاهد انقلاب بزرگتری نیز هستیم که نتیجه گسترش علوم و فناوری در ۱۰۰ سال گذشته بوده است (رفیعی تبار، ۱۳۸۵). حدود دو دهه پیش که نظریه دهکده جهانی ارائه شد، کسی تصور نمی‌کرد با این سرعت زندگی مردم متحول گردد. امروزه به اذعان کارشناسان، بسیاری از جنبه‌های زندگی مردم دنیا در حال نزدیک شدن است. مردم به تدریج فرهنگ، زبان، اعتقادات، نیازها و در کل سلایق مشابهی پیدا می‌کنند. در سال‌های اخیر این فرایند سرعت بیشتری یافته است. شاید مهمترین ابزار برای هموار کردن مسیر جهانی‌سازی، بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده که با از بین بردن فاصله های مکانی و زمانی، امکانات و منابع دنیا را در اختیار همه قرار داده است (بلالی، ۱۳۸۷).

افق پیش رو در ۵۰ سال آینده، همگرائی حوزه‌های فناوری‌های برتر است. بدون اغراق، تأثیر فناوری همگرا شده بر جوامع بشری از تأثیر کل علوم و فناوری‌هایی که بشر در ۴۰۰ سال گذشته بدانها دست یافته است، به مراتب عمیق‌تر و همه‌جانبه‌ترخواهد بود (رفیعی‌تبار، ۱۳۸۶).

یکی از تبعات فناوری همگرا امکان تولید دستگاه‌ها، ادوات و مواد هوشمندی است که تمام ویژگی‌ها و عملکردهای دستگاه‌های زیستی و دستگاه‌های هوشمند را یکجا دربرداشته باشد (رفیعی‌تبار، ۱۳۸۷).

پدیده همگرایی که به‌واسطه دیجیتالی شدن امکان‌پذیر شده‌است، اجازه‌می‌دهد که محتواهای مختلفی در قالب یک ساختار یکسان استفاده شوند و با طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها مانند کامپیوتر، موبایل و تلویزیون قابل دستیابی باشند. همگرایی رسانه‌ای منجر به همگرایی در تجهیزات شده است و مشتریان ترجیح می‌دهند که کاربری‌های متفاوتی را از یک وسیله داشته باشند و به نوبه خود همگرایی در تجهیزات منجر به همگرایی در فناوری شده است. برخلاف گذشته که سال‌ها یک کاربری با استانداردهای مختلف عرضه می‌شد، اکنون یک فناوری خیلی زود بر رقبا چیره شده و مورد استفاده همه سازندگان قرار می‌گیرد (بلالی، ۱۳۸۷).

فناوری‌های همگرا، امروزه از مهمترین جستارهای مطرح در بحث فناوری به شمار می‌روند (تهرانی، ۱۳۸۷). سیستم‌های همگرا، سیستم‌هایی هوشمند هستند که می‌توانند خطاهای خود را ترمیم کنند و خودشان را با محیط ناآشنا سازگار کنند؛ خود را تا حدی توسعه دهند که دستگاه‌های بسیار پیچیده را

به‌وجود آورند و توانمندی دارند که خودشان را با محیط هماهنگ کنند. در ضمن ارتباطات بسیار گسترده‌ای را با محیط خود به‌وجود آورند. اگر سیستمی را طراحی کنید که این خواص را داشته باشد، به معنای واقعی کلمه یک سیستم با تکنولوژی همگرا را به‌وجود آورده‌اید (رفیعی‌تبار، ۱۳۸۵).

فناوری نانو، ارتباط بسیار نزدیکی با دیگر فناوری‌های مقیاس مولکولی مانند فناوری زیستی، علوم شناختی و فناوری اطلاعات دارد. همگرایی آنها، کنترل دقیق ساخت مولکولی را موجب می‌شود (آقاجانی، ۱۳۸۶). افق پیش رو در ۵۰ سال آینده، همگرایی این حوزه‌های فناوری‌های برتر است. بدون اغراق، تأثیر فناوری همگرا شده بر جوامع بشری از تأثیر کل علوم و فناوری‌هایی که بشر در ۴۰۰ سال گذشته بدان‌ها دست یافته است، به مراتب عمیق‌تر و همه‌جانبه‌ترخواهد بود (رفیعی‌تبار، ۱۳۸۶).

با در نظرگرفتن مطالب گفته شده و ضرورت توجه به بحث همگرایی در فناوری‌های برتر در ادامه، برخی از حوزه‌های جدید علم و فناوری که ناشی از همگرایی فناوری‌های برتر هستند، بررسی خواهند شد و کاربردی از همگرایی فناوری‌ها ارائه خواهد شد.

**۱-۳-۷. همگرایی نانو فناوری و زیست‌فناوری**

همگرایی زیست‌فناوری و فناوری نانو به صورت ادامه منحنی لگاریتمی یادگیری بشر است که برای قرون متمادی ادامه داشته است. این همگرایی و پیشرفت‌های ایجاد شده در ۳۰ سال اخیر در هر دو زمینه زیست‌فناوری و فناوری نانو، می‌تواند دانش فنی و علمی را به نحوی بی‌سابقه در تاریخ بشر افزایش دهد (عباسی، ۱۳۸۴).

نانوبیو فناوری/ بیونانو فناوری در واقع کاربرد علم نانو فناوری در علوم مربوط به زیست بوده و شامل دو دستاورد مهم می‌باشد؛ یکی از آنها کاربرد ابزار در مقیاس نانو است که می‌تواند در سیستم‌های زیستی به کار رود و دیگری به کارگیری سیستم‌های زیستی به عنوان الگوی گسترش محصولات در مقیاس نانو می‌باشد[1].

برخی از محصولات و زمینه‌های فعالیت بیونانوتکنولوژی عبارتند از: بیونانوماشین[2]ها، مواد زیستی، موتورهای بیومولکولی در مقیاس نانو، سیستم‌های زیستی الگوی خوبی هستند. مثلاً مجموعه‌ای از توالی هزاران آمینواسید موجود در طبیعت می‌تواند مولکول‌ها و برهم‌کنش‌های مورد نیاز ما را تولید کند و ابزاری را در اختیار ما قرار دهد که تاکنون هرگز وجود نداشته است. این سیستم‌های زیستی عملکردی مشابه نانوربات‌های پیش‌بینی شده

1 www.phasco.org
2 www.phasco.org

برای آینده دارند. آنها آنقدر کوچک هستند که می‌توانند در درمان سرطان، خالص‌سازی آب، تولید نیروی الکتریکی و بسیاری از اهداف دیگر به کار روند (عباسی، ۱۳۸۴).

همگرایی زیست‌فناوری و فناوری نانو یک حوزه نوین ناشی از تلفیق علوم زیستی و مهندسی در حوزه نانو است که افق‌های جدیدی را در زمینه ساخت و توسعه سیستم‌های تلفیقی به وجود آورده و محققان را امیدوار کرده است که بتوانند از این تلفیق، در ساخت نانوساختارهایی استفاده کنند که در آنها از مولکول‌های بیولوژیکی به عنوان اجزای سیستم مورد نظر استفاده شود. این توانمندی نه تنها در حل مسائل مهمی در علوم زیستی همچون کاوش و شناسایی دقیق ساختار موجودات زنده کاربرد خواهد داشت؛[1] بلکه می‌تواند محققان را در رفع چالش های عمده مهندسی همچون نیاز به تکنیک‌های نوین جهت سنتز مواد و دستکاری آنها یاری دهد و به این ترتیب دنیای نانو را به دنیای ماکرو وصل کند.

**۲-۳-۷- همگرایی نانو فناوری و فناوری زیست‌محیطی**

افزایش مشکل دی اکسید کربن در هوا یکی از مشکلات اساسی در سطح جهان است. فناوری نانو از جمله فناوری‌هایی است که به کمک حل این مسئله آمده و این امکان را به وجود آورده است تا به ساخت انرژیی ارزان‌تر و پاکیزه‌تر از سوخت‌های فسیلی نزدیک شویم. به‌تازگی تحقیقاتی با کمک آژانس حفاظت از محیط‌زیست، در حال انجام است تا با ساخت نانوکریستالی ویژه و افزودن آن به گازوئیل بتوان از تولید اکسید نیتروژن جلوگیری کرد و سبب سوخت کامل و عدم آلودگی هوا شد[2] .

**۳-۳-۷. همگرایی نانو فناوری و فناوری هوافضا**

صنعت هوافضا محیط مناسبی برای رشد و توسعه فناوری‌های نوظهور و علوم مربوط به آنها می‌باشد. اگرچه هنوز نانو فناوری در آغاز حیات خود قرار دارد، ولی در همین چند سال اخیر امیدهای زیادی را در بین دانشمندان برای دستیابی به مواد با قابلیت‌های بالا و ساخت محصولات با عمر و کیفیت بالا ایجاد کرده است و باعث شده است که تحقیقات در زمینه همگرایی نانو و هوافضا، به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد، از جمله کاربردهای فناوری نانو در صنعت هوافضا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد[3]:

• **نانولوله:** نانولوله‌ها موادی هستند که آینده صنعت هوافضا را متحول خواهند کرد. نانولوله، چیدن ملکول‌ها به صورت ساختاری لوله مانند است که باعث به‌وجود آمدن خواص فوق‌العاده‌ای از نظر فیزیکی در مواد تهیه شده با این مواد

www.phasco.org 1
www.nanoclub.ir 2
3- www.flightclub.ir

می‌شود. این مواد در میان‌مدت اثرات خود را در بازار خواهند گذاشت. تولید نانولوله‌ها تاکنون کم بوده است؛ ولی در ۵ تا ۱۰ سال آینده نانولوله‌ها کم‌کم کاربردی خواهند شد.

• **نانو در سرامیک:** در کاربردهای هوافضایی، سرامیک‌ها در حفاظت حرارتی و شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از مشکلات سرامیک‌ها شکنندگی آنهاست. با استفاده از نانوپودرها دمای ذوب کاهش یافته و زمان تثبیت مواد سرامیکی نیز کاهش می‌یابد. به این ترتیب هزینه تولید این مواد کاهش می‌یابد. بهبود خواص ترمومکانیکی، تکنیک‌های ساخت جدیدی مانند پردازش فلز و سرامیک با هم را ممکن می‌سازد که این موضوع نیز در کاهش هزینه‌های تولید مؤثر خواهد بود.

**۴-۳-۷. همگرایی نانو فناوری، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و فناوری شناختی** (NBIC)

در دهه‌های آغازین قرن بیست و یکم با انجام تلاش‌های هدفمند، می‌توان علوم را براساس سازگاری با طبیعت، متحد ساخت تا موجب پیشرفت ترکیبی از نانو فناوری، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و فناوری‌های انسانی براساس علوم شناختی شود. این فرصتی مناسب و گسترده، برای فرد و اجتماع در دوره‌های طولانی است (Roco and Bainbridge, 2003). انتظار می‌رود که فناوری نانو در کنار زیست‌فناوری و فناوری اطلاعات و علوم شناختی، همگرایی فناوری‌ها را شکل دهد و همگرایی این حوزه‌های متفاوت به اختصار NBICنامیده می‌شود (فتوره چی، ۱۳۸۸).

واژه فناوری‌های همگرا، ما را به ترکیبی هم‌افزا از چهار قسمت اصلی علم و فناوری NBIC (نانو، بیو، اطلاعات و شناخت) رهنمون می‌سازد که هر کدام از این چهار بخش اصلی هم‌اکنون با سرعت زیاد در حال پیشرفت هستند. همگرایی فناوری‌های متفاوت، برسازگاری مواد در مقیاس نانو و تکنولوژی‌های مرتبط با آن مقیاس، متکی شده است. همچنین پیشرفت‌های انقلابی واسطه‌ای بین زمینه‌های علوم و فناوری پیشین و زمینه‌های مربوطه، شرایط را برای ایجاد ابزارهای متحول کننده کلیدی برای فناوری‌های NBIC آماده ساخته است (Roco and Bainbridge, 2003).

یکی از حوزه‌ها و اولویت‌های راهبردی کشور در عرصه فناوری، فناوری‌های پیشرفته NBIC است که در زمره فناوری‌های سخت قرار می‌گیرد. توسعه متوازن و همگرای این فناوری‌ها به‌ویژه باید معطوف به ارتقاء عملکردهای انسانی باشد (گزارش کمیته فناوری نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۷).

انسان با توسعه در نگرش سیستمی، ریاضیات و محاسبات در ارتباط با NBIC

قادر خواهد بود برای اولین بار ارتباط دقیق بین دنیای طبیعی و تحقیقات علمی را با سیستم‌های پیچیده و طبقه‌بندی شده درک کند. از این‌رو فرصت استثنایی در تاریخ دستاوردهای فناوری ایجاد شده که در آن، اصلاح عملکرد انسانی در خلال ارتباط تکنولوژیکی امکان‌پذیر شده است. مثال‌هایی در این زمینه عبارتند از: (Roco and Bainbridge, 2003)

- بهبود بازده کار و آموزش،
- تقویت حواس فردی و قابلیت های شناختی،
- تغییرات انقلابی در مراقبت‌های بهداشتی و اصلاح خلاقیت‌های فردی و گروهی،
- تقویت قابلیت‌های انسانی برای اهداف دفاعی.

**رسیدن به توسعه پایدار با استفاده از ابزارهای NBIC**

از این‌رو ایران اسلامی تا سال ۱۴۰۴ در پنج حوزه پیشرفته و استراتژیک CN-BIC (فناوری فرهنگی، فناوری نانو، فناوری بیو، فناوری اطلاعات و ارتباطات، و فناوری شناختی) باید به باشگاه کشورهای پیشتاز وارد شود، در حالی که اینک در میان ۷۲ کشور بررسی‌شده، جایگاه ۵۰ام را دارد. برخی از الزامات و اقدامات ملی در این زمینه عبارتند از (گزارش کمیته فناوری نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۷):

- ایجاد و گسترش خوشه‌های فناوری با خوشه‌های مجازی فناوری در حوزه‌های CNBIC با محوریت دولت
- گسترش شبکه مراکز تعالی با ایجاد یک مرکز تعالی به عنوان محور توسعه فناوری در NBIC با مشارکت دولت، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی

**۵-۳-۷. کاربرد همگرایی فناوری‌ها در صنعت**

صنعت خودرو یکی از صنایع مهم و تأثیرگذار برای هر کشور است که در اقتصاد و بازارکار نقش بسزایی دارد. همگرایی فناوری‌های برتر در صنعت خودرو می‌تواند کاربرد مهمی داشته باشد. در این قسمت، برای درک اهمیت توجه به همگرایی فناوری‌های برتر، به کاربرد این فناوری‌ها در صنعت خودرو می‌پردازیم.

فناوری‌های همگرا، نه تنها صنعت را تغییر خواهند داد؛ بلکه موجب تغییر سبک زندگی و جامعه خواهند شد. اثرات آنها بر محیط‌زیست، انرژی، بازار کار و اقتصاد جامعه، باید پیشاپیش مورد بررسی دقیق قرار گیرد. نمودار ۶۱، کاربردها و پیشرفت‌های اصلی فناوری نانو را بر فناوری‌های پیشرفته نشان می‌دهد و نمودار ۶۲، تأثیرات آینده همگرایی فناوری نانو، زیستی، شناختی و اطلاعات بر صنعت را بیان می‌کند (آقاجانی، ۱۳۸۶).

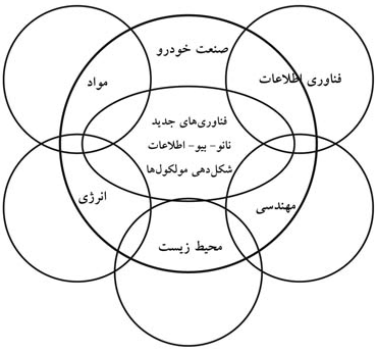
نمودار ۶۱ .تأثیر فناوری نانو بر فناوری‌های پیشرفته در صنعت

نمودار ۶۲ . تأثیرات آینده همگرایی فناوری‌ها بر بازارهای خاص تا سال ۲۰۲۵
(برحسب درصد صنعت)

| | ۲۰۱۰ | ۲۰۱۵ | ۲۰۲۵ |
|---|---|---|---|
| مواد | ۵۰ | ۷۰ | ۸۰ |
| الکترونیک | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ |
| صنایع زیستی | ۳۰ | ۶۰ | ۸۰ |
| تولید مواد شیمیایی | ۱۵ | ۳۵ | ۹۰ |
| هوا فضا | ۱۰ | ۲۰ | ۲۵ |
| دانش / آموزش | ۱۰ | ۳۰ | ۵۰ |
| پایداری و دوام | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ |

توسعه هم‌افزایی فناوری مواد، اطلاعات، انرژی، محیط‌زیست، مهندسی، صنعت خودرو و هم‌افزایی منشأ گرفته از اصول معمول مولکول‌هایی که خواص و عملکرد محصول را مشخص می‌کنند، منجر به عملکرد بهبود یافته، افزایش کارکرد محصول، افزایش ایمنی، کاهش هزینه، بهبود تولید، افزایش راحتی، افزایش رقابت‌پذیری و دست یافتن به تطبیق محصول با فرهنگ و افراد خاص می‌شود (نمودار ۶۳). (آقاجانی، ۱۳۸۶).

نمودار ۶۳. شکل‌دهی مولکول‌ها با همگرایی فناوری‌ها در صنعت خودرو




با توجه به مطالب گفته شده، نمودار ۶۴ بطور خلاصه عوامل کلیدی در صنعت خودرو را که به‌وسیله همگرایی فناوری‌ها قابل اصلاح است، نشان می‌دهد (آقاجانی، ۱۳۸۶).

نمودار ۶۴ . عوامل کلیدی در صنعت خودرو

همگرایی یک فرایند است، نه یک نقطه یا هدف مشخص. پس مهم این است که کی و چگونه با آن روبرو شویم (بلالی، ۱۳۸۷).

وحدت درونی و ارگانیک فناوری‌های نوین در ساختاری واحد، منجر به پیدایش فناوری همگرا، در آینده‌ای نه چندان دور، شده و تحول عظیمی را در تمام ابعاد جوامع بشری در تمام ابعاد رقم خواهد زد (رفیعی‌تبار، ۱۳۸۷).

همگرایی در سال‌های آینده بسیاری از مفاهیم را عوض خواهد کرد. شاید در آینده کامپیوتر یا تلفن به شکل کنونی وجود نداشته باشد و مفاهیم جدیدی جای آنها را بگیرد (بلالی، ۱۳۸۷).

تلاش‌های همه‌جانبه‌ای که برای اتحاد علوم در جریان است، در کنار کندوکاوهای تمام‌گرایانه آن، جهت رسیدن به اهداف انسانی، ما را به سمت یک عصر تکنولوژیکی همگراتر و یک ساختار اجتماعی مؤثرتر از پیش، سوق می‌دهد (تهرانی، ۱۳۸۷).

همه بخش‌ها اعم از دولت‌ها، قانون‌گذاران، اپراتورها، رسانه‌ها، تولیدکنندگان و مشتریان باید خود را برای موج همگرایی آماده کنند (بلالی، ۱۳۸۷).

**جمع‌بندی و نتیجه‌گیری**

پیدایش حوزه‌های نوین فناوری این امکان را برای کشورهای تازه وارد به همراه می‌آورد که با حضور در رقابتی جدید بتوانند صرف‌نظر از شکاف‌ها و عقب‌ماندگی‌های تاریخی، در رقابتی تازه وارد شوند. برخلاف حوزه‌های فناوری قدیمی‌تر که کسانی که دارای قدمت تاریخی در آن حوزه هستند، به راحتی می‌توانند سایر رقبای دیرآمده را با اتکا به توانمندی‌های انباشتی و قدرت بازار، از میدان خارج کنند، در حوزه‌های نوپدید این فرصت برای دیرآمدگان نیز به راحتی قابل دستیابی است.

قرن حاضر، شاهد بزرگترین تحولات در فناوری است. در دهه گذشته پیشرفت‌های عظیمی در فناوری‌های برتر در گستره‌ای از کشورها به وقوع پیوسته است. فناوری‌های برتر، زیرساخت‌های موج چهارم توسعه را تشکیل داده و فعالیت در علوم و فناوری را تا یکصد سال آینده هدایت خواهند کرد. اگرچه دستیابی به فناوری‌های برتر، چه از مجرای تحقیق و توسعه بومی، چه از مجرای انتقال فناوری، و چه از مجرای ترکیبی از این دو، برای بسیاری از جوامع در حال توسعه امروزی می‌تواند امکان‌پذیر باشد، ولی توانمندی در پیاده‌سازی و جذب این فناوری‌ها به درون حیات این جوامع لزوماً خود به خود و به‌طور اتوماتیک محقق نخواهد شد. به عبارت دیگر اگرچه بسیاری از کشورهای در حال توسعه، در حوزه فناوری‌های برتر درگیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه هستند و یا حتی تا مرحله تولید آزمایشگاهی در برخی از شاخه‌ها پیشرفت کرده‌اند؛ ولی این به‌آن معنا نیست که این کشورها توانمندی جذب نتایج فعالیت‌های تحقیق و توسعه دانشمندان خود را در نظام صنعتی، پزشکی و یا کشاورزی دارا هستند. توانمندیِ دستیابی به یک فناوری معین، هر چند پیشرفته و مورد توجه جامعه، لزوماً به‌معنای توانمندی به‌کارگیری گسترده آن در جامعه و استفاده از آن در جهت ایجاد تغییرات بنیادی در شاخه‌های فنی- اقتصادی آن کشور نیست. تلفیق یک فناوری با حیات علمی- فنی یک کشور به مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی نیازمند است که شرایط لازم، و یا در اصطلاح جامعه‌شناسی زیرساخت لازم، را تشکیل

می‌دهند و بدون وجود این عوامل زیرساختی و فعالیت موزون و هماهنگ آنها با یکدیگر، نتایج تحقیق و توسعه و ایجاد یک فناوری برتر، هرچند ماهرانه و تخصصی انجام گرفته باشد، در حیات جامعه اثرگذار نبوده و در بهترین حالت به یک شاخه علمی در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی آن کشور مبدل خواهد شد. این بدان معناست که حتی اگر دانشمندان کشور معینی، زمینه‌هایی را برای فعالیت تحقیق و توسعه خود انتخاب کنند که دارای کاربرد بسیار مستقیم در زندگی یک جامعه معین باشند، و به پیشرفت‌های چشمگیری نیز چه در حوزه ارائه نتایج پژوهشی (در شکل چاپ مقالات در بهترین مجلات معتبر) و چه ثبت اختراعات نائل شوند، بدون حضور زیرساخت‌های لازم، این فعالیت‌ها در بهترین حالت اثرات بسیار سطحی و گذرا را به دنبال داشته، و چه‌بسا ممکن است به روگردانی جامعه از آن فناوری نیز منجر شود. این زنگ خطری است که از هم‌اکنون باید در اتباط با فناوری‌های نو پا در ایران به صدا در آورد و هشدارهای لازم را در ارتباط با ایجاد زیرساخت‌های لازم برای جذب نتایج فعالیت‌های دانشمندان کشورمان داد.

قافله علوم و فناوری پرشتاب و بی‌وقفه در مسیر تکامل پیش می‌تازد. ظهور و بروز علوم جدید، پیدایش فناوری‌های نوین و فراورده‌های صنعتی تازه، نماد عصری است که به شدت ناپایدار و در حال دگرگونی است و در چنین فضایی که آکنده از عدم قطعیت است، آینده‌نگری یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است و توفیق در این مسیر جز با همیاری عموم آینده‌پژوهان حاصل نخواهد شد. ما نمی‌توانیم از پیشرفت‌های فناوری در آینده اجتناب کنیم؛ بنابراین علاوه‌بر پذیرش این پیشرفت‌ها باید به شکل درستی آنها را پیش‌بینی کنیم. انجام چنین رسالت خطیری نیازمند زیرساخت‌های لازم برای دیده‌بانی و به عبارت روشن‌تر در گرو طراحی و ایجاد شبکه دیده‌بانی است؛ شبکه‌ای درهم تنیده و متشکل از افراد، سازمان‌ها و اندیشه‌های آینده‌مدار که سودای آینده‌ای درخشان برای میهن سربلندمان را در سر دارند.

انقلاب جهانی فناوری تا سال ۲۰۱۵ میلادی از راه خواهد رسید. کشورهای مختلف جهان در حال بسترسازی مناسب برای بهره‌برداری هرچه بهتر از این موقعیت هستند و تلاش‌های گسترده‌ای در این راستا در حال انجام است. ما شاید در تمام زمینه‌های فناوری نتوانیم تا سال ۱۴۰۴ به جرگه کشورهای پیشتاز وارد شویم، اما در فناوری‌های برتر باید به جرگه پیشتازان وارد شویم، وگرنه ایران اسلامی به‌طور قطع و یقین «انقلاب جهانی فناوری» را از دست خواهد داد. این انقلاب - که آن را انقلاب سوم در فناوری هم نامیده‌اند - تا سال ۲۰۱۵ فرا خواهد رسید و فرصت کشور در این زمینه بسیار تنگ و محدود

است. وانگهی، کشوری که اول شدن در میان ۲۵ کشور منطقه را هدف خود قرار داده، لاجرم باید یکی از پیشتازان مسلم در حوزه فناوری‌های جدید باشد. امید است در پرتو الطاف باری تعالی بیش از پیش شاهد توسعه و پیشرفت‌های شگرف علمی در کشور باشیم.

۸

# آسیب‌شناسی نظام تولید علم و فناوری کشور و راهکارهای توسعه آن

**۱-۸. مقدمه**

با توجه به اینکه جمهوری اسلامی ایران، نماد نظام حکومتی اسلام و مهمترین پایگاه ترویج و تعمیق آن در سراسر جهان به‌شمار می‌آید، دارای یک احساس مأموریت جهانی قوی و ریشه‌دار نسبت به ملت‌های محروم به‌ویژه ملت‌های مسلمان است. این احساس مأموریت همراه با تهدیدات مداوم استکبار جهانی، توسعه یک جامعه دانش‌بنیان مستحکم بر پایه علم و فناوری را ضروری می‌سازد. لازمه توسعه علم و فناوری، تصمیم‌گیری‌های متمرکز بر پایه نیازها و الزامات کشور بوده است. ظهور برخی از دستاوردهای جدید در کشور در حوزه فناوری نانو، بیو، هوا فضا، هسته‌ای و... حکایت از پیشروی پرشتاب فناوری‌ها در کشور دارد. به اقتضای سیاست فناوری کشور در سال‌های پس از پیروزی انقلاب اسلامی، هم اینک کشور ما در پاره‌ای از فناوری‌های کلیدی مانند زیست‌فناوری، فناوری هسته‌ای و فناوری هوافضا به مرزهای دانش نزدیک شده و قابلیت‌های مرزشکنی خود را آشکار کرده است.

براساس چشم‌انداز بیست ساله، باید در منطقه آسیای جنوب غربی به مقام اول در حوزه‌های مختلف دست پیدا کنیم. به عبارتی ماحصل جریان تولید علم و فناوری در کشور، دستیابی به مقام اول در منطقه به‌ویژه در حوزه

علم و فناوری است. با وجود تمام پیشرفت‌های کنونی آنچه در این میان از بازدهی سرمایه‌گذاری‌ها می‌کاهد، وجود برخی اشکالات در نظام توسعه علم و فناوری است. بنابراین برای دستیابی به تمام اهداف ترسیم شده، باید به شناسایی آسیب‌های نظام توسعه علم و فناوری در کشور پرداخت و راهکارها و حمایت‌های بیشتری در این حوزه انجام داد. مشکلات موجود بر سر راه توسعه علم و فناوری در کشور را می‌توان به دو قسمت مجزا تقسیم کرد. دسته اول مشکلاتی هستند که به‌طور مستقیم مربوط به سازمان‌ها، برنامه‌ها و بخش‌های درگیر با علم و فناوری مربوط می‌باشند؛ مانند مشکلاتی که در واحدهای تحقیق و توسعه (D&R) وجود دارند. دسته دوم مشکلاتی هستند که تنها مربوط به امر علم و فناوری نیستند و مشکلاتی خارج از حوزه علم و فناوری است. برای مثال مشکلات ساختاری که در بخش اقتصاد وجود دارند و بر روند توسعه علم و فناوری اثر می‌گذارند. در نتیجه برای حل مشکلات توسعه علم و فناوری با دو نوع راه‌حل مواجه خواهیم بود، ابتدا راه‌حل‌هایی که مربوط به بخش علم و فناوری می‌شوند و به‌طور مستقیم می‌توانیم با اتخاذ سیاست‌هایی برای آنان به رفع مشکلات بپردازیم. برای حل مشکلات دسته دوم که بیشتر ساختاری هستند، به‌راحتی نمی‌توان راهکار ارائه داد. رفع این مشکلات به اصلاح نظام اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه وابسته است که کاری عظیم و در عین حال ضروری برای توسعه کشور است (روحانی، ۱۳۸۴).

در ادامه این نوشتار تلاش می‌کنیم تا برخی از این آسیب‌ها و راهکارها را تشریح کنیم.

**۲-۸. عدم پیوند مناسب بین مراکز تولید علم و مراکز بهره‌برداری علم (مراکز تولید علم، صنعت و دولت)**

اجماع عمومی صاحبنظران بر این است که سیاست علم و فناوری در کشور ما بازارمحور نیست که الهام گرفته از نیازها و جهت‌گیری‌های عمومی دولت باشد و همین می‌تواند یکی از دلایل اساسی نامناسب بودن سیاست‌های علم و فناوری کشور باشد. رویکرد کلی در طبقه‌بندی سیاست‌های علم و فناوری کشورها به دوگونه است: سیاست‌های عرضه‌محور و سیاست‌های تقاضامحور. این نوع تقسیم‌بندی می‌تواند در شناسایی کم و کیف سیاست علم و فناوری هر کشور و نقاط قوت و ضعف آن در هر مقطعی از زمان مفید باشد. در حقیقت، این طبقه‌بندی با این پرسش سروکار دارد که آیا دولت می‌تواند و باید نقش مناسبی در توسعه علم و فناوری داشته باشد یا نه؛ و اگر آری چه نقشی؟ برای پاسخ به این پرسش دو رویکرد عرضه‌محور و تقاضامحور وجود دارد. به عبارت دیگر یک دولت می‌تواند دو رویکرد را برای سرمایه‌گذاری در

حوزه علم و فناوری با هدف رشد و توسعه کشور اتخاذ کند:

**۱. رویکرد مبتنی بر ایجاد و عرضه علم و فناوری:** این رویکرد در وهله اول فرض می‌کند که نقش اصلی دولت در توسعه علم و فناوری و انگیزش نوآوری به سرمایه‌گذاری‌های پژوهشی در دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ملی و بخشی و از این قبیل (مراکز تولید علم) محدود می‌شود. هدف این رویکرد، ایجاد و عرضه علم و فناوری به صنایع (اعم از دولتی و غیردولتی) است. فرض دوم این رویکرد آن است که عرضه علم و فناوری به‌وسیله دولت، خود به خود موجب انگیزش نوآوری در صنایع و کسب و کارها می‌شود (همین که دولت یک فناوری را عرضه کند، بلافاصله شرکت‌های صنعتی و تجاری برای بهره‌گیری از آن به تکاپو می‌افتند و آن را به محصولات، خدمات و یا فرایندهای جدید تبدیل می‌کنند). به هر حال این رویکرد به شدت تحت تأثیر ملاحظات سیاسی است.

**۲. رویکرد مبتنی بر ایجاد تقاضا در زمینه علم و فناوری:** این رویکرد با نگرش به رقابت فزاینده جهانی، فرض می‌کند که مسئله اصلی هر کشور باید افزایش توان رقابت‌پذیری صنایع، مبتنی‌بر ترکیبی از پیشرفت‌های علم و فناوری و شیوه‌های نوین مدیریت، بازاریابی، کاهش هزینه و ارتقای کیفیت باشد. در چنین شرایطی، تحقیقات بنیادی با هدف تولید علم هر قدر که وافر باشد، نمی‌تواند یک شرکت تولیدی را رقابت‌پذیر کند. دغدغه اصلی رویکرد تقاضامحور، افزایش ظرفیت‌ها و قابلیت‌های شرکت‌ها و کسب وکارها برای جذب و تطبیق فناوری‌های جدید و تبدیل آنها به نوآوری است. این رویکرد از طریق سه سیاست کلی عملی می‌شود: الف) ارتقاء همکاری‌های تحقیقاتی بین شرکت‌ها و صنایع، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی دولتی، ب) سرمایه‌گذاری دولت در فناوری‌های عام، یعنی فناوری‌هایی که توسعه آنها موجب شکوفایی همه و یا طیف بزرگی از صنایع می‌شود؛ برای مثال فناوریICT، فناوری مواد پیشرفته، فناوری سامانه‌های تولید، فناوری مدیریت (خاصه مدیریت فناوری...)، ج) توسعه روش‌های ادغام فناوری برای دستیابی به فناوری‌های دو و چند رگه مانند مکاترونیک، الکترواپتیک، و غیره (ملکی فر، ۱۳۸۷).

هیچ کشوری مجبور نیست یکی از این دو رویکرد را به عنوان مبنای سیاست علم و فناوری خود برگزیند. چراکه هر رویکرد مزایای ویژه‌ای و در عین حال معایبی دارد، به‌ویژه برای کشوری چون ما که شرایط ویژه داریم. حتی کشورهای توسعه یافته هم با وجودی که رویکرد تقاضامحور را به عنوان سیاست علم و فناوری خود انتخاب کرده‌اند، اما رویکرد عرضه‌محور هم به دلیل نقش نوزایی دولت در فناوری‌های نوظهور، در دستور کار این کشورها قرار دارد؛ اما در

مجموع سیاست فناوری آنها بیشتر صبقه تقاضامحوری پیدا کرده است. به هر حال به دلیل اهمیت هر کدام از این نگاه‌ها، باید در عمل، تلفیقی از هر دو را به‌کار برد تا در عین استفاده از مزایای هر دو نگرش، معایب آنهارا نیز به حداقل رساند تا مکمل و متمم همدیگر باشند. این مشکل نحوه برقراری تعادل در نگاه عرضه‌محور و یا تقاضامحور در همه کشورهای دنیا به شکلی وجود داشته و هر کشوری با توجه به شرایطِ خاص خود در پی برقراری تعادل و هماهنگی بین این دو رویکرد است و عملاً نمی‌توان نسخه یکسانی برای تمام کشورها و حتی کشورهای مشابه منطقه‌ای صادر کرد. در حالت کلی می‌توان علوم را به دو دسته دیربازده و زودبازده تقسیم کرد. علوم زودبازده نقش مستقیمی در پیشرفت فناوری خواهند داشت و به صورت سریع به ارائه محصولات تولیدی و خدماتی برتر منجر خواهند شد. در مقابل، علوم دیربازده کندتر عمل کرده و به صورت غیرمستقیم باعث بهبود نتیجه خواهند شد. این علوم اغلب به صورت علوم پایه بوده و عملاً زیربنای علوم زودبازده خواهند بود. رشد این علوم به‌کندی انجام شده و نتیجه عملی غیرمستقیم آنها نیز بسیار کندتر حاصل می‌شود؛ ولی برای پیشرفت‌های اساسی بسیار مهم و حائز اهمیت می‌باشند. به دلیل کندی بیان شده، بخش صنعت به‌ندرت حاضر به سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها می‌شود و تمایل چندانی از خود نشان نمی‌دهد. در اینجاست که دولت موظف به سرمایه‌گذاری می‌شود تا رشد و پیشرفتی همه‌جانبه و پایدار حاصل شود؛ چرا که در صورت عدم توجه دولت به این علوم پایه‌ای و زیربنایی، رشد علوم زودبازده و مورد علاقه بخش صنعت نیز دچار مشکل و رکود خواهد شد. با توجه به این مباحث، به نظر می‌رسد داشتن رویکرد عرضه‌محور برای علوم پایه‌ای و زیربنایی گریزناپذیر است و در صورتی که برای علوم زودبازده می‌توان رویکرد غالب را به صورت تقاضامحور در نظر گرفت. نقش دولت در رویکرد تقاضامحور می‌تواند به جای سرمایه‌گذاری مستقیم، حمایت و اصلاح قوانین برای تشویق و تسهیل بخش صنعت باشد.

باتوجه به رشد علمی و فناوری که در کشور ما اتفاق افتاده است، سیاست علم و فناوری مطلوب کشور، باید هم افزایش عرضه و هم افزایش تقاضای علم و فناوری را تشویق کند. اگر این جهت‌گیری‌ها را به‌منزله دو بردار در نظر بگیریم، هر بردار باید واجد مؤلفه‌ای در ساختار نظام ملی توسعه علم و فناوری باشد. بنابراین از این نظر نیز کشور به یک نظام ملی توسعه علم و فناوری دومؤلفه‌ای یا ترکیبی نیاز خواهد داشت؛ مؤلفه‌ای که پشتیبان عرضه علم و فناوری باشد و مؤلفه‌ای که پشتیبان افزایش تقاضای علم و فناوری باشد. دانشگاه‌ها، مراکز علمی و پژوهشی، واحدهای تحقیق و توسعه صنایع

بزرگ و شرکت‌های کوچک نوآور به عنوان نهادهای پشتیبان عرضه علم و فناوری، و صنایع، شرکت‌ها و دستگاه‌های دولتی به عنوان نهادهای پشتیبان تقاضای علم و فناوری، به تناسب قابلیت‌های علم و فناوری کشور می‌توانند جریانی از عرضه و تقاضای علم و فناوری را در کشور ایجاد کنند. هر چه قابلیت‌های ایجاد و توسعه علم و فناوری در کشور افزایش یابد، این جریان نیز تقویت خواهد شد. هم اکنون عرضه غیرفعال علم و فناوری نیز از سوی نهاد تولیدکننده علم و فناوری برقرار است، اما پرواضح است که نتایج لازم را ندارد. آنچه می‌تواند راه‌گشا باشد، عرضه فعال و برنامه‌ریزی شده علم و فناوری است. از سوی دیگر جریانی از تقاضای علم و فناوری به‌وسیله نهادهای تقاضاکننده نیز هم اینک برقرار است، اما این جریان از ساماندهی و هوشمندیِ لازم برخوردار نیست. عرضه فعال و هدایت شده علم و فناوری در کشور اصولاً باید معطوف به نوآوری درون‌زا، تولید ثروت، تولید قدرت، تولید فرصت و... باشد. از سوی دیگر افزایش تقاضای علم و فناوری در حالت حرفه‌ای و مطلوب باید معطوف به تشویق عرضه علم و فناوری به‌وسیله نهادهای داخلی باشد. به نظر می‌رسد که سیاست فناوری کشور در تمام سال‌های پس از پیروزی انقلاب اسلامی اغلب عرضه‌محور بوده و جنبه تقاضامحوری در این سیاست به کلی غایب بوده است. بخشی از این وضعیت می‌تواند ناشی از ویژگی مأموریت‌گرایی سیاست علم و فناوری کشور باشد که ایجاد فناوری و عرضه آن به‌وسیله دولت و برای دولت را الزامی می‌کند. بخش دیگر آن از فقدان یک بخش خصوصی توانمند و مشتاق به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه علم و فناوری‌ها ناشی می‌شود. تا وقتی صنایع خصوصی توانمند نداشته باشیم، دولت ناچار به عرضه علم و فناوری ادامه خواهد داد. بخش دیگر این وضعیت، ناشی از فصل‌های نوزایی دولت در حوزه فناوری‌های جدید همچون بیو، نانو، فناوری اطلاعات و غیره است که کاملاً طبیعی می‌نماید. اما فقدان یا دست کم ضعف مؤلفه تقاضامحوری در سیاست فناوری حداقل برای صنایع دولتی مشکلات محسوسی را ایجاد کرده که خود را در ضعف قابلیت نوآوری صنعتی و مالی، و در کمبود صادرات مبتنی بر فناوری نشان می‌دهد. مادام که دولت به جنبه تقاضامحوری بی‌تفاوت باشد، بازده اقتصادی و سرمایه‌گذاری‌های علم و فناوری در کشور پایین خواهد بود (ملکی فر، ۱۳۸۷).

توسعه علم و فناوری زمانی می‌تواند در کشور رخ دهد که عملکرد نظام اقتصادی کشور به گونه‌ای باشد که سطوح مختلف علم و فناوری را فعال کند. همان‌گونه که قبلاً به آن اشاره شد، هر کدام از سطوح علم و فناوری یک عرضه و تقاضا دارد. اگر نهادها و ساختار نظام اقتصادی به‌گونه‌ای شکل گرفته

باشند که عملکرد آنان منجر به تشویق و ترغیب نوآوری و ابداع و خلاقیت در تولیدکنندگان نگردد، هرگونه فعالیت و سیاست‌گذاری در جهت توسعه علم و فناوری در کشور بی‌اثر خواهد بود؛ زیرا در یک نظام اقتصادی - که رقابت پویا وجود ندارد - و تولیدکنندگان برای رسیدن به سود، به ارائه محصولات جدید، با کیفیت بهتر نیاز ندارند و انگیزه‌ای برای ابداع و نوآوری وجود ندارد و سود این بنگاه‌ها از طریق استفاده از رانت‌ها و برخورداری از تسهیلات و امتیازات مختلفی برآورده می‌شود، برای کالاها و خدماتی که از فعالیت سطوح دیگر فناوری به‌دست می‌آید، تقاضایی وجود ندارد. به دلیل ساختارها و نهادهای نامناسب موجود در نظام اقتصادی کشور، تولیدکنندگان هیچ انگیزه‌ای برای تلاش در جهت توسعه علم و فناوری ندارند. محصول علم زمانی می‌تواند در بازار عرضه شود و رونق پیدا کند که تقاضای کافی برای آن وجود داشته باشد. زمانی که تولیدکننده انگیزه‌ای برای توسعه فناوری در واحد مربوطه ندارد و می‌تواند با سطوح فناوری موجود به سودآوری برسد، در سطح کلان نیز توسعه فناوری شکل نخواهد گرفت. به عبارت دیگر یکی از مشکلات و موانع اصلی توسعه علم و فناوری در کشور، عدم رقابت پویا بین تولیدکنندگان می‌باشد. تا زمانی که رقابت تکنولوژیکی بین تولیدکنندگان به وجود نیاید فناوری در کشور نمی‌تواند توسعه یابد(روحانی، ۱۳۸۴).

مقام معظم رهبری در این باره می‌فرمایند: «وقتی روند توجه به علم و تحقیق و نیز ارتباط و اتصال دو بخش علم و صنعت در کشور شروع شد و این کار با توجه به نیازهای کشور صورت گرفت؛ یعنی اولویت‌های این کشور ملاحظه شد و حلقه‌های مفقوده در چرخهٔ علم و صنعت و جریان علم و تحقیق در کشور شناسایی و دنبال شد، به‌طور طبیعی نشاط و توجهی به این سمت به‌وجود خواهد آمد و این محسوس خواهد بود». مراکز تولید علم و فناوری و صنعت باید با هم ارتباط دو سویه‌ای داشته و با هم همکاری کنند. این ارتباط به‌معنای جاری و ساری شدن علم این مراکز در شاهرگ‌های جامعه و استفاده عملی از تولیدات آنهاست. یعنی این‌که مراکز تولید علم و محققان به حل مشکلات و چالش‌های روزمره جامعه و رشد و توسعه کشور کمک کنند. متأسفانه در حال حاضر تنها بخش کوچکی از علم تولید شده در این مراکز برای حل مشکلات و برآوردن نیازهای جامعه به‌کار گرفته می‌شود. بنابراین مراکز تولید علم و صنعت باید با هم هماهنگ شوند، در خدمت همدیگر و در نتیجه در خدمت جامعه باشند. البته دولت باید نقش یک رابط بین این دو را داشته باشد و ارتباط مراکز تولید علم و صنعت را ساماندهی و حمایت کند. به‌ویژه در ایران به واسطه نقش مهمی که دولت در حوزه اقتصادی دارد، دولت باید ضلع سوم

و متصل‌کننده مثلث توسعه علمی و اقتصادی (نمودار ۶۵) را تکمیل کند و همکاری خود را با مراکز تولید علم گسترش دهد.

نمودار ۶۵ . مثلث تولید علم و توسعه اقتصادی

در واقع، دولت مانند خریداری است که سفارش طرح و پیشنهاد به مراکز تولید علم می‌دهد و بعد این مراکز طرح اولیه را اجرا کرده و مشکل را شناسایی می‌کنند و راه‌حل‌های ممکن را ارائه می‌دهند؛ و بعد مرحله اجرای طرح یا بهره‌برداری از آن به بخش صنعت واگذار می‌شود. در نتیجه، این سه بازیگر اصلی صحنه توسعه همه‌جانبه (مراکز تولیدکننده، مراکز حمایت‌کننده و مراکز بهره‌برداری کننده از علم و فناوری) باید در تمام مراحل چرخه توسعه و پیشرفت، از بررسی و بیان مسئله پژوهش تا حل مشکل در مراکز تولید علم، تولید کالا و خدمات به‌وسیله بخش صنعت(بهره‌برداری‌کننده) و بازاریابی و عرضه آن به‌وسیله دولت(حمایت‌کننده) مشارکت کامل داشته باشند. موضوع ارتباط دولت، صنعت و مراکز تولید علم از اهرم‌های تعیین‌کننده حرکت به سوی چشم‌انداز بیست‌ساله در زمینه توسعه دانش و فناوری است که بررسی جدی محرک‌ها و عوامل مؤثر در آن برای کمک به بهبود این ارتباط ضروری است. علاوه بر ارزیابی وضعیت موجود، لازم است بررسی‌های آینده‌نگرانه در مورد این عوامل انجام‌گیرد تا بتوان میزان تطابق برنامه‌ریزی‌های فعلی برای دستیابی به اهداف مندرج در سند چشم‌انداز را ارزیابی کرد (بهرامی و طاعتی، ۱۳۸۷).

در عین حال لازم به ذکر است که اگرچه سرمایه‌گذاری دولت در زمینه توسعه علم و فناوری به عنوان یک عامل کلیدی در توسعه علوم و فناوری‌های وابسته به آن محسوب می‌گردد؛ ولی سرمایه‌گذاری یک‌جانبه خود عامل مهمی در کاهش ارتباط مراکز تولید علم و فناوری با صنایع محسوب می‌گردد. تا زمانی که صنایع خود، در تولید علم و فناوری سرمایه‌گذاری نکنند، ارزش خروجی آن را درک نخواهند کرد و خود را ملزم به استفاده از آن نخواهند نمود. در

کشور ما فعالیت‌های مرتبط با تولید علم و انجام مطالعات مورد نیاز برای ارائه فناوری، روندی هزینه‌بر محسوب می‌شود که باید این تفکر اصلاح شود. باید این باور در میان صاحبان صنایع ایجاد گردد که علم و فناوری خود عامل تولید ثروت هستند. در صورتی که دولت حمایت خود را از صنایع کم‌بازده قطع کند و آنها را ملزم به ورود به بازار رقابتی کند، صاحبان صنایع خود را مکلف خواهند دید که برای بقا در این بازار باید خود را به علم و فناوری روز تجهیز کنند. دولت به جای اختصاص دادن بودجه به پژوهش‌های فردی و بدون هدف، باید به صنایع پیشنهاد دهد تا در صورتی که آنها برای رفع مشکلات صنایع خود، در زمینه علوم و فناوری سرمایه‌گذاری کنند، بخش عمده‌ای از هزینه مورد نیاز را دولت تقبل خواهد کرد.

از طرف دیگر یکی از چالش‌های کلیدی موجود در نظام توسعه علم و فناوری کشور، نقش بسیار ضعیف صنعت و بخش خصوصی در این نظام است. در بحث علم و فناوری، همیشه صنعت به عنوان هسته مرکزی نظام ملی علم و فناوری کشورها مطرح می‌شود. این در حالی است که در کشور ما این قلب و هسته مرکزی نتوانسته است، نقشی فعال داشته باشد. از طرف دیگر مشاهده می‌شود که عمده سیاست‌های توسعه علم و فناوری در کشور در جهت فعال‌سازی طرف عرضه یعنی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی است و غفلت بسیار زیادی در زمینه فعال‌سازی طرف تقاضا یعنی بخش صنعت و بنگاه‌های خصوصی شده است. بررسی نظام توسعه علم و فناوری کشور و ضعف شدید تجاری‌سازی و بهره‌برداری از علم و فناوری، نشان‌دهنده نقش کم‌رنگ بخش صنعت در این نظام است. بخش صنعت و بویژه بخش خصوصی مهمترین عنصر نظام ملی علم و فناوری است که در زمینه بهره‌برداری و تجاری‌سازی علم و فناوری باید فعال شود و نتایج دستاوردهای تحقیقاتی را به بازار عرضه کند. بنابراین فعال کردن بخش صنعت و افزایش نقش بخش خصوصی در نظام ملی علم و فناوری، می‌تواند در تولید علم و فناوری و برای خلق ثروت و افزایش رقابت‌پذیری نقشی کلیدی و حیاتی داشته باشد. بررسی اسناد مرتبط با تحلیل نظام ملی علم و فناوری ایران نیز بر این نقطه ضعف کلیدی تأکید دارد. گزارش unctad درباره نظام ملی نوآوری ایران، مهمترین نقطه‌ضعف این نظام را نقش کم‌رنگ بخش صنعت و بخش خصوصی در سیاست‌های توسعه فناوری دانسته است. از طرف دیگر در گزارش‌های دانشگاه سازمان‌ملل و نظام توسعه فناوری کشور نیز یکی از چالش‌های کلیدی موجود در نظام ملی فناوری ایران نقش کم‌رنگ بخش صنعت و طرف تقاضا دانسته شده است. بررسی مؤلفه کارآفرینی و تجاری‌سازی نظام ملی فناوری کشور نیز

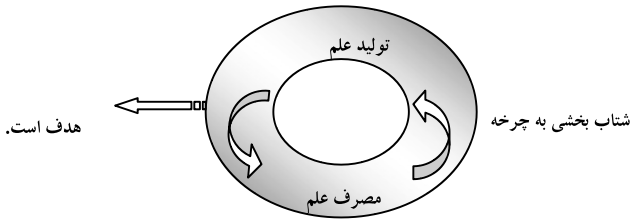
نشان‌دهنده کم‌رنگ بودن نقش صنعت در این حوزه و وجود سیاست‌های مبتنی بر تحریک طرف عرضه در این عرصه است (سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر، رویکرد صنعت به تحقیق و توسعه سبب ایجاد مراکز تحقیقاتی بسیاری در وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های مختلف شده است و تحولات مثبتی در عرصه همکاری‌های دولت و مراکز تولید علم رخ داده است و تجربیات این همکاری‌ها را در برنامه چهارم توسعه که مهمترین سند توسعه‌ای کشور بوده و منشعب از سند چشم‌انداز ۲۰ساله است می‌توان مشاهده کرد. دولت در این سند، خود را به عنوان یک نهاد حمایت‌کننده، سیاست‌گذار و ناظر و نه مداخله‌گر معرفی می‌کند. برنامه توسعه چهارم در ماده (۴۹)، مراکز تولید علم را نهادهای مستقل و رها از قید و بندهای اداری و بوروکراسی می‌داند که از مقررات و آیین‌نامه‌های دولتی مستثنی شده و بوسیله کسانی اداره می‌شود که از اصحاب علم و صنعت هستند. این امر سبب می‌شود، قید و بندی که اجازه نمی‌داد، مراکز تولید علم پاسخگوی نیازهای صنعت باشند برداشته شود.

یکی از مهمترین دلایل دور بودن صنعت از محیط های علمی، وجود فاصله زیاد و شکاف عمیق مابین علوم مورد توجه در دانشگاه‌ها و فناورهای مورد استفاده در صنایع ما می‌باشد. از یک طرف علوم در دانشگاه‌ها و مراکز علمی بسیار سریع در حال رشد بوده و مرزهای علمی موجود جهانی را مورد توجه قرار داده و در تلاش دنبال کردن یا جلو بردن این مرزها می‌باشند. دلیل این ادعا می‌تواند رشد چشمگیر ارائه مقالات علمی در مجلات تخصصی بین‌المللی باشد چرا که چنین مجلاتی تنها به انتشار تازه‌های علوم و ایده‌ها مبادرت می‌کنند. بنابراین ارائه چنین مقالاتی نشان‌دهنده دستیابی دانشگاهیان ما به مرزهای علم دانش است. از طرف دیگر صنایع ما یا از فناوری‌های ابتدایی استفاده می‌کنند و یا عملاً از فناوری‌های روز تا حد زیادی دور می‌باشند. بنابراین ابتدا نیاز به سرمایه‌گذاری جدی در بخش صنایع حس می‌شود تا صنایع ما نیز در مقیاس جهانی، توانایی رقابت داشته باشند. البته لازم به ذکر است که تا حدی وجود شکاف بین علم روز وصنایع در تمام کشورها کمابیش مطرح است و عملاً برای وارد شدن علم روز به حوزه صنایع و کاربردی کردن آن مدتی زمان لازم است. اما مشکل اصلی در کشور ما عدم وجود برنامه‌ای مشخص برای ارتقاء فناوری مورد استفاده در صنایع و تاحدی کمبود فضای رقابت در تولیدات صنایع می‌باشد که عملاً انرژی زیادی را برای جلوگیری از تغییر وضع موجود ایجاد می‌کند. همچنین عقب ماندگی صنایع نسبت به صنایع کاربردی روز نکته مهمی است. به نظر می‌رسد از یک طرف صنایع

نیازی برای استفاده از علوم نوین در زمینه کاری خود احساس نمی‌کنند و از طرف دیگر محیط‌های دانشگاهی و پژوهشی نیز امید چندانی به حمایت بخش صنعتی و نیاز آنها در به روز کردن تجهیزات خود مشاهده نمی‌کنند. این دلایل باعث شده است تا حدی مراکز علمی و پژوهشی ما و مراکز صنعتی ما به صورت جزایر جدا از هم عمل کنند و ارتباط مناسبی بین آنها برقرار نگردد. همچنان که پیشتر گفتیم عدم ارتباط دانشگاه و صنعت به عنوان دو رکن تولیدکننده و بهره‌برداری‌کننده از علم یکی از آسیب‌های نظام توسعه علم و فناوری کشور بوده است. اگر بخواهیم تولید علم و فناوری به معنای واقعی در کشور اتفاق بیفتد، باید از سیاست تشویقی برای ارتباط این دو رکن مهم استفاده کنیم. در گذشته ارتباط اعضای هیئت علمی و صنعت یک ضعف تلقی می‌شد؛ چون باعث حضور کمتر اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌ها بود؛ اما اکنون این ارتباط ارزش و ضرورت تلقی می‌شود. دانشجویان نیز با گذراندن مدتی به صورت فرصت مطالعاتی در صنعت، می‌توانند با مسائل و خواسته‌های صنعت آشنا شوند. حتی می‌توان مشابه اقدام اکثر کشورهای صنعتی، دوره تحصیلات تکمیلی را به حل مشکلات صنایع اختصاص داد. در این کشورها اغلب در تعامل با بخش صنعت و شناخت مشکلات آنها، پایان‌نامه و رساله دانشجویان تعریف می‌شود و عملاً انجام این رساله‌ها، همزمان سبب پیشرفت علم و فناوری و ارتقاء صنعت کشور می‌شود. در کنار این راهکارها، با ایجاد گرایش‌های علمی ـ کاربردی و گرایش‌های بین رشته‌ای می‌توان به ارتباط بیشتر مراکز تولید علم و صنعت دست یافت. ضمن اینکه لازم است از متخصصان با تجربه صنعت برای همکاری با مراکز تولید علم استفاده کرد. تقویت ارتباط مراکز تولید علم و صنعت در شرایطی که عضو هیئت علمی به‌طور تمام‌وقت در اختیار گروه آموزشی قرار دارد، معنادار نخواهد بود. البته تأکید بر ارتباط مراکز تولید علم و صنعت زمانی معنا پیدا می‌کند که مراکز تولید علم دانش مورد نیاز صنعت را ارائه کنند و این دانش از کیفیت مناسب برخوردار باشد. در واقع پیشرفته‌ترین فناوری‌ها هم، زمانی می‌توانند زمینه مناسبی را برای رشد اقتصادی جوامع به وجود آورند که بتوان از آنها در توسعه محصولات و خدمات جدید جهت استفاده مردم بهره برد. بنابراین با برقراری ارتباط بین مراکز تولید علم و مراکز بهره‌برداری‌کننده علم می‌توان از فناوری‌های نوین و پیشرفته‌ای که محققان به آنها دست‌یافته‌اند، بهره‌برداری کرد. بر این مبنا نهضت تولید علم و فناوری، شدت بخش چرخه تولید و مصرف علم به سوی هدف است. در جامعه‌ای که بخواهد نهضتی با عنوان نهضت تولید علم و فناوری داشته باشد، بحث مصرف علم موضوعیت پیدا

می‌کند. بنابراین برای اینکه تولید علم، مصرف پیدا کند، باید اول علم را تولید کرد و سپس مصرف آن را مدیریت کرد. قاعدتاً باید دو نظام داشته باشیم؛ نظام مصرف علم و نظام تولید علم که بازار عرضه و تقاضا متناسب با آن شکل گیرد (نمودار ۶۶).

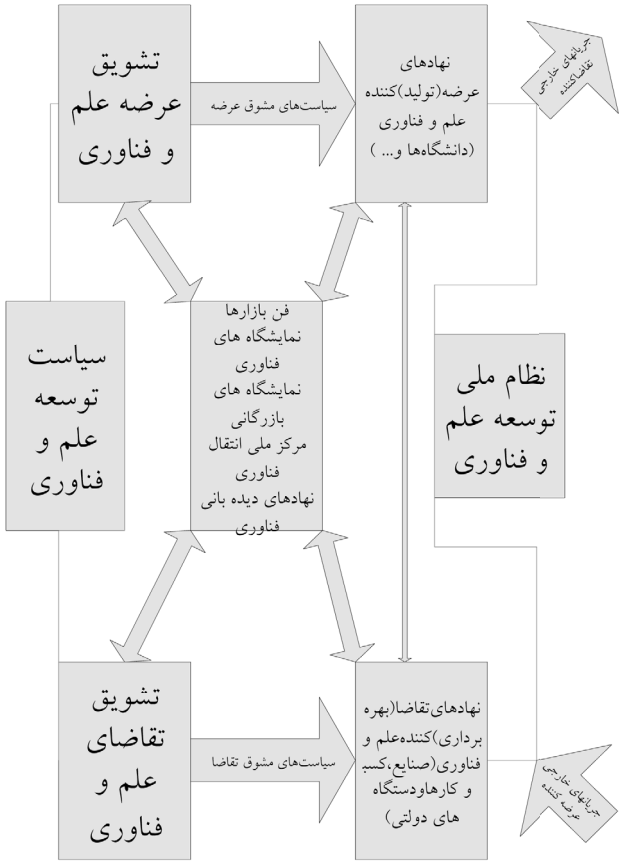
نمودار ۶۶ .چرخه تولید و مصرف علم




اگر نخبگان از کشور مهاجرت می‌کنند و یا مقالات ما برای نشریات غربی نگارش می‌شود، به این معناست که بازار تقاضای تولید علم ما در جای دیگری است. طبیعی است که تولید علم کشور هم به همان سمت خواهد رفت؛ یعنی ما در کشور بر نظام تولید علم تأکید می‌کنیم، ولی نظام مصرف علم را شکل نداده‌ایم. اگر ما می‌خواهیم درخواست و نیاز به بهره‌گیری از یافته‌های علمی ایجاد شود، به هر حال باید تناسبی بین بحث تولید و مصرف علم وجود داشته باشدگرفت. اگر در یک نظام، تصمیم‌گیری‌ها علم باور نباشند، (تصمیمات مبتنی بر یافته‌های علمی نباشند) قاعدتاً آن در جامعه علم، ارزش لازم را پیدا نمی‌کند. برای اینکه مدیریت مصرف علم شکل بگیرد باید رابطه‌ای بین هزینه‌های اجرای تصمیم با تصمیم‌گیرندگان برقرار کنیم؛ یعنی کسی که در یک جامعه تصمیمی می‌گیرد، هزینه‌های تصمیم را بپردازد. در بخش خصوصی این بحث خیلی محسوس و ملموس است. مدیر یک شرکت هزینه‌های تصمیم خود را می‌پردازد. اگر تصمیم‌های درستی نگرفت، به زودی ورشکست می‌شود و شرکت منحل می‌شود. ولی درحوزه عمومی، برقرار کردن رابطه مستقیم، فرایند پیچیده‌ای است. عدم موفقیت مدیریت مصرف علم در کشور ما، نفت است که موجب می‌شود هزینه‌های اجرای تصمیم، به‌وسیله تصمیم گیرنده‌ها پرداخت نشود. بنابراین برقراری ارتباط فعال مؤثر بین مدیریت تولید علم و مصرف علم از ضرورت‌ها و حتی الزامات تولید علم است. در فضای اقتصاد دانش‌بنیان، علم و فناوری به خودی خود دارای ارزش نبوده و صرفاً در زمانی که منجر به خلق ثروت و افزایش رقابت‌پذیری ملی شوند، اهمیت می‌یابند.

توجه صرف به سیاست‌های طرف عرضه در این حوزه، باعث شده است که دستاوردهای تحقیقاتی به خوبی تجاری نشوند و بهره‌برداری از آنها به‌منظور کسب منافع اقتصادی با مشکلاتی اساسی همراه باشد. نگاهی به گزارش‌های unctad، سازمان ملل، نشان‌دهنده این موضوع است که حوزه تجاری‌سازی و بهره‌برداری از فناوری، یکی از حلقه‌های مفقوده و یا ضعیف در چرخه علم و فناوری کشور است که نیازمند توجه و سیاست‌های دقیقی می‌باشد. در چنین شرایطی و با توجه به این موضوع که برای تکمیل چرخه علم و فناوری لازم است فرایند کارآفرینی و تجاری‌سازی فناوری شکل بگیرد تا بتوان از منافع حاصل از علم و فناوری بهره برد، توجه به بهره‌برداری از فناوری می‌تواند یکی از موضوعات کلیدی در توسعه فناوری باشد. در مجموع، بررسی وضعیت موجود نظام علم و فناوری ایران نشان‌دهنده این موضوع است که رشد متوازنی میان عناصر اصلی نهادهای نظام علم و فناوری (تولیدکننده، حمایت‌کننده و بهره‌برداری‌کننده) اتفاق نیفتاده است. به عبارت دیگر، توجه بسیار زیاد به طرف عرضه و کم‌توجهی به سیاست‌های طرف تقاضا باعث شده است که شاخص‌های توسعه علم و فناوری در سطح ملی در حوزه تولید علم و فناوری و مهارت‌های انسانی، به‌نسبت مساعد باشند، ولی در حوزه بهره‌برداری و تجاری‌سازیِ علم و فناوری ضعیف باشند. این رویکرد، نشان‌دهنده وجود یک نگاه کاملاً خطی به سیاست‌های توسعه علم و فناوری در کشور می‌باشد که باعث شده است، نظام علم و فناوری کشور به صورت یکپارچه و نظام‌مند رشد نکرده و چالش‌هایی اساسی در این نظام وجود داشته باشد برای رفع این موضوع باید این فرایند به شکل مناسب فعالیت کند(نمودار ۶۷)؛

نمودار ۶۷. فرایند توسعه علم و فناوری




### ۳-۸. مأموریت‌گرا نبودن سیاست علم و فناوری کشور

برای مقابله با مشکلات گوناگونی که فرا راه کشور است؛ باید به رشد تفکر علمی توجه داشت و مراکز تولید علم را به عنوان کانون‌های فعال نظریه‌پردازی و تولید اندیشه و علم و نوآوری و آینده‌نگری در تمام زمینه‌ها به‌حرکت درآورد. در چند سال اخیر، نتیجه‌گرا کردن سیاست‌های علم و فناوری و تغییر مأموریت نهادهای تولیدکننده علم و فناوری به‌طور ضمنی یا صریح مورد عنایت سیاست‌گذاران و مدیران ارشد کشور در قالب سیاست‌های کلان سند چشم‌انداز و برنامه چهارم توسعه بوده است. در سند چشم‌انداز و برنامه چهارم توسعه در حوزه فناوری دست به انتخاب و اولویت‌بندی خوبی در

بحث فناوری‌های برتر زده شده است و در حقیقت، منابع کشور بر شش فناوری، شامل: فناوری هسته‌ای، فناوری هوا فضا، زیست‌فناوری، فناوری زیست‌محیطی، نانو فناوری، فناوری اطلاعات و بعدها فناوری شناختی، به عنوان اولویت فناوری کشور متمرکز کرده است، اما در حوزه علم نیز ما به چنین اولویت‌بندی نیاز داریم. با این روند می‌توانیم کشور را در حوزه علم و فناوری طبق سند چشم‌انداز به عنوان الگو برای جهان اسلام تبدیل کنیم. از دیدگاه توسعه علم و فناوری، کشوری که مهد انقلاب اسلامی بوده و اهتمام ویژه‌ای به توسعه علم و فناوری در جهت دستیابی به نیک فرجامی ملت‌ها دارد، باید پیشروترین کشور علمی و فناوری در دنیای اسلام و مرکز اشاعه این علوم و فناوری‌ها در سطح جهان باشد. افزایش پرشتاب تولید علم و دستیابی به پاره‌ای از فناوری‌های برتر که بازتاب‌های خارجی وسیعی در جهان داشته است، نشانه صحیح بودن جهت‌گیری نظام توسعه علم و فناوری کشور است و باید این روند تقویت شود؛ زیرا علم و فناوری در دنیای امروز یکی از مهمترین ابزارهای تقویت غرور ملی شمرده می‌شود؛ برای مثال ناسا در آمریکا، سازمانی برای تقویت غرور ملی مردم این کشور است. جمهوری اسلامی ایران از طریق مأموریت‌گرا کردن نظام علم و فناوری و اولویت‌بندی آن و با خط‌شکنی‌ها و دستاوردهای علمی بزرگ و جهان تراز، باید بتواند هم غرور ملی و اعتزاز اسلامی ملت ما را تقویت کند و هم به عنوان الگویی برای جهان اسلام خودش را مطرح کند. نمونه موفق آن دستیابی غرورانگیز کشور به فناوری هسته‌ای و به‌تازگی فناوری هوافضاست. هرچه این دستاوردها بزرگتر و چشمگیرتر باشند، گرایش مسلمانان جهان به انقلاب اسلامی و اصول و ارزش‌های آن بیشتر خواهد شد و جایگاه ایران در بین کشورها از نظر دستیابی به توسعه تقویت خواهد گردید.

در ارتباط با مأموریت‌گرا کردن سیاست توسعه علم و فناوری، باید توجه داشت که در ایران مراکز تولید علم و فناوری علاقه فراوانی به اختصاصی کردن امکانات آزمایشگاهی و ابزارهای مورد نیاز جهت تحقیق و پژوهش دارند. این امر باعث سرمایه‌گذاری پراکنده دولت به‌منظور تجهیز این مراکز می‌شود. در این کشور که سرمایه‌ها تا حدی محدود است، چنین روندی صحیح نیست. به نظر می‌رسد که مناسب است برای فناورهای برتر، قطب‌هایی ایجاد گردد و سرمایه‌گذاری در این قطب‌ها به صورت متمرکز انجام شود. به این ترتیب با جمع‌آوری سرمایه‌های پراکنده، امکان دستیابی به تجهیزات گران‌قیمت وجود خواهد داشت. محققان نیز با جمع شدن در این قطب‌ها به امکانات بهتری دست پیدا خواهندکرد. برای قطب‌ها می‌توان مأموریت‌ها را به خوبی تبیین

و تعریف کرد و روند انجام مأموریت‌ها را پیگیری کرد. برای مثال پردیس نانو فناوری و پژوهشکده علوم شناختی تجربه‌ای موفق در این زمینه است.
در کنار تشکیل قطب، فراهم آوردن امکانات شبکه‌ای برای دسترسی به تجهیزات و امکانات موجود در قطب‌ها و سایر مراکز تحقیقی ضروری است. این امر باعث می‌شود تا افراد و پژوهشگران بتوانند از امکانات موجود استفاده کرده و نیاز به موازی‌سازی و اتلاف هزینه بی‌مورد نشود. البته این امر نیاز به نظارت نیز دارد تا مراکز علمی و قطب‌های مختلف با یکدیگر و پژوهشگران نهایت همکاری را داشته باشند.
در این میان باید شاخص‌های ارزیابی تولید و رشد علم باز تعریف شود و مصداق‌های مناسب‌تری بر مبنای مأموریت‌ها ارائه شود. امروزه مهمترین شاخص رشد علم در کشور افزایش تعداد مقالات ISI می‌باشد. اگرچه این شاخص برای معیارهای جهانی مناسب به نظر می‌رسد؛ ولی توجه بیش از حد به آن باعث دور شدن علم از بازار مصرف آن خواهد شد و عملاً صنعت پیشرفت نخواهد کرد. مقالات ISI هم به تنهایی مشکلی از مشکلات کشور را حل نخواهند کرد. باید ثبت اختراع، حل مشکل صنایع کشور، تولید کار و موارد مشابه برای ارزیابی تولید علم در نظر گرفته شود.

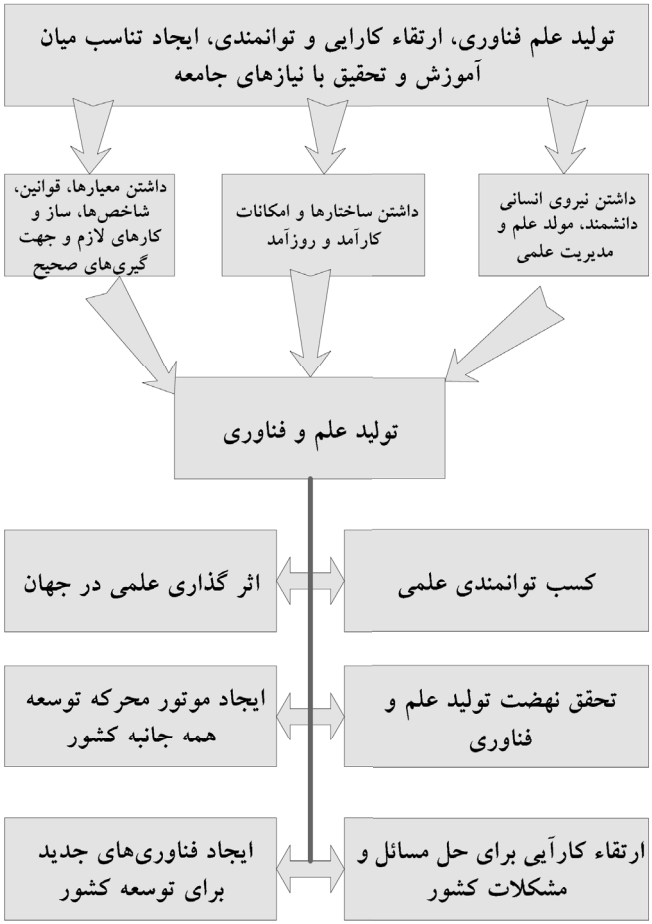
**۴-۸. عدم اجرای مناسب قوانین و مقررات توسعه علم و فناوری**

با بررسی قوانین، مقررات و مصوبات مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام و به‌ویژه شورای عالی انقلاب فرهنگی از ابتدای انقلاب اسلامی تاکنون، می‌توان یک روند مناسب و توسعه یافته را در زمینه توجه به علم و فناوری مشاهده کرد. در حالی‌که در برنامه اول توسعه توجه چندانی به مبحث توسعه علم و فناوری نشده، در برنامه دوم توسعه، توجه بیشتری دیده می‌شود و به مباحث تحقیقات و انتقال فناوری نیز تا حدودی پرداخته شده است. هر چند در برنامه پنج ساله دوم توسعه اقتصادی- اجتماعی (۱۳۷۸-۱۳۷۴) فناوری به عنوان ابزار حل مشکلات و توسعه کشور ذکر شده و به عنوان یک خط‌مشی اساسی برنامه آمده و همچنین در خط مشی‌های اساسی دیگر برنامه به آن تأکید شده است (مانند افزایش بهره‌وری، تربیت نیروی انسانی و تلاش در جهت کاهش وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای حاصل از نفت و توسعه صادرات غیرنفتی)؛ ولی به‌دلیل عدم برنامه‌ریزی دقیق در این حوزه، سیاست‌های فوق نیز نمی‌توانست مؤثر واقع شود؛ زیرا لازمه یک برنامه بهینه، بررسی و تعیین وضعیت موجود، شرایط، امکانات و ظرفیت‌ها و همچنین تقاضا و نیازهای فناوری است. هیچگاه یک بررسی جامع در این مورد و حتی در مورد ظرفیت‌ها و توانایی‌های موجود صورت نگرفته است. عدم توجه به تعیین ظرفیت‌ها، توانایی‌ها

و نیازها، نخستین پیامد زیان‌بار خود را در تعیین اهداف و راهبردهای توسعه علم و فناوری نشان می‌دهد. مشکل اساسی در هدف‌گذاری‌ها، نداشتن راهبرد و اولویت‌های توسعه صنعتی، نبود توجه لازم به تغییرات سریع علمی و فناوری جهانی، و به‌طور کلی ماهیت و اهمیت علم و فناوری است (روحانی، ۱۳۸۴). اولین برنامه‌ای که علم و فناوری را در کنار هم قرار داده و یکی از فصول اصلی خود را به این موضوع اختصاص داده است، برنامه سوم توسعه می‌باشد. در این برنامه اولین گام‌ها در جهت ساختاردهی و هدفمندکردن توسعه علم و فناوری در کشور برداشته شده است. در نهایت در برنامه چهارم توسعه مشاهده می‌کنیم که مهمترین مبحث، دستیابی به یک اقتصاد دانایی‌محور برپایه توسعه علم و فناوری می‌باشد و بخش‌های مهمی از این برنامه به مباحث مرتبط با توسعه علم و فناوری پرداخته است. این روند و سایر قوانین و مقرراتی که به‌وسیله نهادهای سیاست‌گذار و قانون‌گذار در کشور به تصویب رسیده است، می‌تواند برای توسعه علم و فناوری در ایران امیدوارکننده باشد. ولی صرف وجود این قوانین و مصوبات نمی‌تواند تضمین‌کننده توسعه بلندمدت و هدفمند علم و فناوری در کشور باشد. مباحث بسیار مهمی در زمینه توسعه علم و فناوری در کشور وجود دارد که هنوز حل نشده‌اند و نیازمند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری هدفمند و اجرای دقیق می‌باشند. جدا از انتقاداتی که به برخی از جهت‌گیری‌های سیاستی در حوزه فعالیت مراکز تولید علم وجود دارد، زمینه‌های قانونی توسعه علم و فناوری در کشور فراهم شده است. وقتی مقررات این حوزه را مرور کنیم، می‌بینیم تحولات خوبی اتفاق افتاده و روند خوبی در کشور شکل گرفته، و مفاهیم تازه‌ای در توسعه علمی کشور ایجاد شده است. این مقررات و مفاهیم پیش‌درآمدهای خوبی برای تحولات علمی یک کشور است. وقتی به این اسناد مراجعه می‌کنیم، مشاهده می‌شود جایگاه علم و فناوری در فرهنگ مدیریتی کشور خیلی ارتقاء پیدا کرده است. اما این اتفاقات خود به خود نخواهند افتاد؛ گام اول که تصویب قوانین و مقررات لازم و بسترسازی قانونی بوده، انجام شده ولی مسئله خیلی مهمتر از اجرای این قوانین است. آثار علم و فناوری بلندمدت است. اگر امروز یک قدم مثبت در حوزه علم و فناوری کشور برداریم، یک دهه بعد نتیجه آن را مشاهده می‌کنیم. بالعکس اگر بی‌توجهی کنیم و تخصیص‌های پژوهشی را کم نماییم، ممکن است سال‌های بعد امکان جبران این عقب‌ماندگی را پیدا نکنیم. بنابراین این حوزه نیاز به مراقبت ویژه دارد. در حال حاضر تولید علم در کشور در حال رشد است، اگر به آن توجه کنیم، رشد می‌کند، ولی اگر به آن بی‌توجهی کنیم از بین می‌رود. با وجود تمام مشکلات کشور در دو دهه اول انقلاب، سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در کشور، زمینه‌های خوبی برای تولید علم

ایجاد کرده است، به همین دلیل، لازم است توجه جدی به الزامات این بخش که در فصل چهارم اشاره شد، بشود. برای این منظور ضمن فرهنگ‌سازی و تقویت علوم انسانی در جامعه برای توسعه علم و فناوری، لازم است به حمایت از نخبگان و توسعه منابع مالی بپردازیم و زمینه افزایش دسترسی عموم مردم به آموزش های تخصصی را فراهم کنیم. از آنجاکه دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، متولی تولید علم و فناوری هستند، مدیریت در این مراکز شرایط ویژه‌ای را می‌طلبد و باید با حذف مقررات دست و پا گیر به ثبات در مدیریت در این مراکز کمک کنیم و میانگین مدت مدیریت را - که در حال حاضر ۳ سال است - به سمت میانگین جهانی که ۱۰ سال است افزایش دهیم. تمرکز بر توسعه اولویت‌های فناوری برای جهت‌دهی صحیح به منابع و ظرفیت‌های کشور نیز از الزامات راهبردی توسعه علم و فناوری است. البته تمام روند تولید علم و فناوری و سیر رشد و توسعه آن بدون تعریف شاخص‌های مناسب برای ارزیابی و نظارت دقیق و پایش آن نیز از الزامات راهبردی توسعه علم و فناوری می‌باشد. این قوانین وجود دارد؛ ولی نگرانی بیشتر این است که برای این امور، سازوکارهای عملیاتی پیش‌بینی نشود. بنابراین در جهت‌گیری‌های آینده باید از این روندها مراقبت شود و این مراقبت هم نیازمند پیگیری‌های جدی است. با توجه به تأکید سند چشم‌انداز بیست ساله کشور و سیاست‌های کلی چشم‌انداز و همچنین عزم ملی در راستای دستیابی به قله‌های علم و فناوری و به‌منظور تسهیل این حرکت‌ها و ایجاد هم‌افزایی و هماهنگی بین نهادهای مختلف فعال در زمینه علم و فناوری، در جهت ارتقاء مستمر جایگاه و اقتدار علمی و فناوری، ایجاد چرخه تولید علم در کشور ضروری است و برای دستیابی به تولید علم و ارتقاء جایگاه کشور در حوزه علم و فناوری عوامل زیر باید مورد ملاحظه قرار گیرند (نمودار ۶۸).

نمودار ۶۸ . چرخه ارتقاء کارایی و توانمندی تولید علم فناوری




علاوه‌بر روند ذکر شده در قانون‌گذاری، به نظر می‌رسد که بخش نظارتی بر نحوه اجرای قوانین تا حدودی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. اشاره شده است که قوانین بسیار خوب و مناسبی در عرصه علم و فناوری وضع شده است، اما در مقام اجرا، روند اجرا به خوبی طی نمی‌شود. از یک طرف در وضع قوانین باید به خوبی دقت کرد و از بدنه کارشناسی قوی استفاده کرد تا قوانین وضع شده قابل اجرا باشند؛ چرا که اگر در تنظیم قوانین دقت همه‌جانبه انجام نشود و شرایط مورد نیاز برای اجرای قانون فراهم نگردد، در عمل قانون مزبور

یا اجرا نخواهد شد و یا با مقاومت شدیدی روبرو خواهد شد. در این صورت به اجبار اجرای قانون متوقف شده و عملاً زمینه قانون‌گریزی در سایر موارد نیز فراهم خواهد شد. برای تنظیم قوانین بهتر است از کارشناسان تخصصی هر حوزه استفاده کرد ضمناً باید قوانین تنظیمی تا حد امکان مخصوص هر حوزه باشد و از ارائه قوانین کلی برای زمینه‌های مختلف تا حد امکان دوری گزید. چرا که حوزه علم و فناوری بسیار وسیع بوده و عملاً تفاوت‌های ساختاری وسیعی در زمینه‌های مختلف از خود نشان می‌دهد. برای مثال برخی زمینه‌ها به سرمایه‌گذاری سنگین مالی برای تأمین امکانات و تجهیزات نیازمندند در صورتی که برخی دیگر بدون نیاز به تجهیزات خاصی، بیشتر به افراد متخصص و ارتباطات متخصصین در سطوح بین‌المللی نیازمند است. بدیهی است که وضع قوانین یکسان برای این دو نوع زمینه مختلف صحیح نیست.

نهادهای مختلفی در حوزه وضع قوانین در زمینه توسعه علم و فناوری فعالیت می‌کنند. مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی انقلاب فرهنگی، معاونت علم و فناوری نهاد ریاست جمهوری، شورای عالی تکنولوژی و فناوری و موارد مشابه عملاً در وضع قوانین در حوزه علم و فناوری مشارکت دارند. این نهادها همگی دارای یک مرکز نظارتی بر روند اجرای قوانین هستند، ولی با این وجود این مراکز یا قدرت نظارت کافی ندارند و یا به صورت انفعالی عمل می‌کنند. باید این مراکز دارای قدرت نظارت مؤثر بوده و ابزار تنبیه و تشویق در اختیار داشته باشند. تا از این قدرت و ابزار خود برای اجرای صحیح قوانین مصوب استفاده کنند. به‌منظور جلوگیری ازعملکرد انفعالی مراکز نظارتی مزبور، به نظر می‌رسد وجود ناظرینی برای خود این مراکز نظارتی الزامی است. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود یک مرکز نظارتی فرا دولتی نظارت بد برای نحوه اجرای قوانین و احتمالاً حذف موازی‌کاری و قوانین موازی تشکیل شود تا به صورت کلی بر اجرای تمام قوانین در حوزه علم و فناوری نظارت داشته و روند اجرای آنها را پی‌گیری کرده و گزارش دهد. به نظر می‌رسد که مناسب است چنین مرکزی در زیرمجموعه معاونت نظارت مقام معظم رهبری فعالیت کند، تا اولاً تحت تأثیر تغییر دولت‌ها قرار نگیرد و در ثانی گزارش خود را به‌طور مستقیم به شخص اول مملکت ارائه کند.

**۵-۸. هماهنگ‌نبودن سیاست‌های علم و فناوری با سایر بخش‌ها**

اگر یک عزم ملی و همه‌جانبه برای بهره‌مندی از علم و فناوری برای توسعه پایدار کشور وجود نداشته باشد، تمام تلاش‌ها در حوزه علم و فناوری نمی‌توانند منجر به دستاوردهای خاصی در توسعه کشور شوند. باید به این موضوع توجه ویژه داشت که در فضای اقتصاد دانش‌بنیان، علم و فناوری

به عنوان موتور محرک رشد اقتصادی مطرح بوده و باید جایگاه ویژه‌ای در سیاست‌گذاری‌های کلان کشور داشته باشد. بهره‌گیری از علم و فناوری برای توسعه کشور نیازمند روشن شدن جایگاه و نقش آن در سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است، به‌طوری که شرایط لازم در ابعاد مختلف برای توسعه فناوری و نوآوری فراهم شود. با وجود اینکه در برنامه چهارم توسعه و سایر قوانین مجلس شورای اسلامی و مصوبات مجمع تشخیص مصلحت نظام و شورای عالی انقلاب فرهنگی، جایگاه و نقش علم و فناوری در اقتصاد ملی بسیار مهم و پررنگ ترسیم شده است؛ ولی در عمل مشاهده می‌شود که این موضوع در بسیاری از سیاست‌های دیگر مورد توجه قرار نگرفته است. این موضوع باعث شده که هم‌راستایی لازم میان سیاست‌های علم و فناوری با سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی ایجاد نشود. عدم شکل‌گیری یک دیدگاه جامع و نگرش مثبت به توسعه از طریق علم و فناوری در نزد سیاست‌گذاران حوزه‌های مختلف یکی از چالش‌های این حوزه است. از این‌رو در سیاست‌های فناوری توجه به عناصر سیستمی تأثیرگذار بر علم، موضوعی کلیدی و حیاتی است. این دیدگاه نیازمند نگاهی یکپارچه به عناصر و تعاملات موجود در نظام علم و فناوری ملی است. (سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷). بنابراین اگر بخواهیم توسعه‌ای پایدار و همه‌جانبه در کشور شکل بگیرد، باید در بین مسئولین حوزه‌های مختلف اداره امور کشور در حوزه‌های صنعت، کشاورزی و اقتصاد این اجماع شکل بگیرد که علم و فناوری می‌تواند منجر به توسعه همه‌جانبه کشور و حرکت به سمت اقتصاد دانش‌بنیان شود. بنابراین گام اول در تسریع چرخه توسعه علم و فناوری کشور، همه‌جانبه دیدن توسعه است؛ یعنی داشتن نقشه‌ای برای توسعه علم و فناوری که در آن به سایر بخش‌های نظام اجتماعی هم توجه شده باشد. به عبارتی نقشهٔ علمی کشور و یا مهندسی علمی یک تابعی از سایر نقشه‌های جامعه است؛ یعنی آموزش عالی یا توسعه علمی اولین حلقهٔ زنجیرهٔ توسعه در کشور نیست. بنابراین باید نقشهٔ توسعه اقتصادی کشور، توسعه صنعتی کشور و سایر نقشه‌ها با یکدیگر منطبق و هماهنگ شوند. علم در پاسخگویی به نقشهٔ خاص خودش توسعه می‌یابد؛ توسعه علمی به شدت همسایهٔ دیوار به دیوار توسعه صنعتی و اقتصادی است و این تعامل‌ها شکل گرفته است و خیلی از محرک‌های توسعه علمی، امروز در نظام اقتصادی شکل می‌گیرد و نقشه علمی معنا می‌شود؛ و بدینگونه نقشه علمی معنا می‌شود؛ در واقع تحولات توسعه علم و فناوری به‌گونه‌ای است که در رقابت و جهانی‌شدنی توسعه می‌یابد؛ بنابراین تمام اصحاب علم و فناوری به دنبال این هستند که نیازهای بنگاه‌های اقتصادی و صنعتی را بشناسند. اگر

رشته‌ای تولید می‌شود و یا محتوایی عوض می‌شود، در بازار تأثیر دارد. مشکلی که در کشور ما در بحث برنامه‌ریزی کلان بوده، این است که همیشه تصور شده که نقشه علمی، ارتباطی با سایر حوزه‌ها ندارد در صورتی که ما باید به برنامه‌ریزی کلان در هماهنگی با همه ساختارهای اجتماعی و اقتصادی فکر کنیم. چون علم و فناوری ضمن اینکه بر سایر بخش‌ها تأثیرگذار نیز هست، از سایر بخش‌ها به شدت تأثیرپذیر است. به همین دلیل بسیار شایسته است که در تدوین سیاست‌های کلی مربوط به علم و فناوری، وجود پیوست‌های مربوط فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و موارد دیگر در نظر گرفته شود تا هم سیاست‌های عرصه‌های مختلف با هم هماهنگ شوند و هم تأثیر زمینه‌های مختلف بر روی هم دیده شود.

**۶-۸. ضعف همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری**

یکی از موضوعات کلیدی در مباحث تولید علم و فناوری، بویژه در کشورهای در حال توسعه، داشتن همکاری‌های بین‌المللی در این زمینه است. این همکاری‌ها سبب انتقال علم و فناوری به کشورهای در حال توسعه و همچنین قرار گرفتن آنها در مرزهای دانش و رقابت‌پذیری می‌شود، علاوه بر آن زمینه برای پرکردن شکاف علمی فن‌اوران و سرعت بخشیدن به توسعه علم و فناوری فراهم می‌گردد. بررسی وضعیت موجود نظام توسعه علم و فناوری کشور نشان می‌دهد که در بعد همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری، ضعف‌های بسیار جدی در کشور وجود دارد. بررسی شاخص‌های مرتبط با ورود وخروج FDI از کشور و یا خرید و فروش لیسانس و رویالتی در تقابل با دیگر کشورها، نشان‌دهنده ضعف‌های بسیار زیاد موجود در این عرصه است. در واقع ضعف‌های کلیدی موجود در انتقال و انتشار علم در سطح ملی، می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد که ضعف در همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری یکی از مهمترین علل و عوامل آن است. انواع مختلف همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری از قبیل پروژه‌های تحقیقاتی مشترک، سرمایه‌گذاری‌های مشترک، اخذ و فروش لیسانس، همکاری‌های استراتژیک و شرکت در برنامه‌های بین‌المللی توسعه علم و فناوری از مهمترین عناصر توسعه علم و فناوری است که مؤلفه همکاری‌های بین‌المللی و مسائل سیاسی حاکم بر این روابط باعث شده است، کشور ما مغفول واقع شود. این همکاری‌ها چه در بخش مراکز تولید علم و چه در بخش مراکز بهره‌برداری از علم، می‌توانند مسیر توسعه علم و فناوری را سرعت بخشند. تجارب کشورهای در حال توسعه و بویژه کشورهای شرق آسیا، نشان‌دهنده این موضوع است که توجه ویژه آنها به همکاری‌های بین‌المللی بویژه در بخش صنعت، باعث سرعت یافتن توسعه علم و فناوری در

این کشورها بوده است. بنابراین توجه ویژه و هدفمند به این چالش راهبردی، باید از موضوعات کلیدی در توسعه علم و فناوری کشور باشد. ناگفته پیداست که وجود فضای رقابتی، مهمترین پیش شرط توسعه علم و فناوری است. علم و فناوری به مهمترین ابزار رقابت‌پذیر در سطح بین‌المللی تبدیل شده است. با توجه به این موضوع، یکی از مهمترین چالش‌هایی که هم اکنون در مسیر توسعه علم و فناوری در کشور ما وجود دارد، فقدان فضای رقابتی به دلیل نداشتن سطح مناسب همکاری بین‌المللی در حوزه علم و فناوری به عنوان محرکی برای تولید علم و فناوری است. در بسیاری از بخش‌های کلیدی صنعت و به‌ویژه در حوزه‌هایی که می‌توانند مزیت رقابتی برای ما ایجاد کنند، نبود فضای رقابتی و حاکمیت بخش دولتی به صورت انحصاری باعث شده است که شرایط برای تولید علم و فناوری فراهم نباشد. بررسی شاخص‌های اقتصادی کلان و به‌ویژه شاخص‌های فضای رقابتی که از سوی سازمان‌های بین‌المللی مانند بانک جهانی ارائه می‌شوند، نشان دهنده ضعف شدید کشور ما در این حوزه است. در گزارش unctad به‌وضوح به این موضوع به عنوان یکی از چالش‌های کلیدی، بر سر راه توسعه علم و فناوری ملی اشاره شده است. در گزارش نظام جامع توسعه فناوری نیز به این موضوع پرداخته شده و لزوم اصلاح قوانین و مقررات تجاری و رقابتی، بیان شده است (سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷). با وجودی که در بخشی از علم به‌ویژه در حوزه علوم انسانی با توجه به ماهیت متفاوت علوم انسانی بومی با مباحث این علوم در خارج از کشور، امکان همکاری مؤثر و رقابتی وجود ندارد؛ ولی در سایر حوزه‌های علم و فناوری بویژه در حوزه فناوری‌های برتر با توجه به جدید بودن این فناوری‌ها، امکان بسیار خوبی برای تعامل با حوزه‌های علمی پیشرفته در دنیا با ایجاد محرک‌ها و مشوق‌های لازم می‌تواند وجود داشته باشد.

البته لازم به ذکر است که بخشی از عدم همکاری موجود تا حدی ناشی از سیاست‌های استکبارگرایانه برخی کشورهای پیشرفته است که نمی‌خواهند علم و فناوری روز وارد کشور شده و جوانان مملکت ما در این زمینه‌ها پیشرفت کنند. اعمال تحریم‌های مختلف و کارشکنی‌های متنوع قدرت‌های سلطه‌گر دلیل خوبی بر این مدعاست. به همین دلیل، نظام مظلوم واقع شده و دشمن تمام تلاش خود را انجام می‌دهد تا مانع از پیشرفت علمی جوانان کشور و دستیابی آنها به فناوری‌های برتر شود. به همین دلیل حتی تمایل شرکت‌ها و مؤسسات غیردولتی خارجی نیز برای همکاری با مراکز ما تا حدی پایین است. به نظر می‌رسد که ارائه مشوق‌های مناسب برای شرکت‌های خارجی بتواند تا حدی این مسئله را بهبود بخشد. از طرف دیگر باید با اصلاح برخی قوانین،

مشکلات مربوط به امنیت سرمایه‌گذاری شرکت‌های خارجی تضمین شود. علاوه بر آن، تمهیدات مناسبی نیز برای در نظر گرفتن مالکیت معنوی مورد نیاز است تا تمایل شرکت‌های مختلف به سرمایه‌گذاری و انجام فعالیت‌های علمی در کشور تقویت شود.

**۸-۷. ضعف زیرساختی در حوزه علم و فناوری**

یکی از عناصر کلیدی نظام توسعه علم و فناوری که بسیار مورد توجه می‌باشد، زیرساخت‌های توسعه علم و فناوری است. این زیرساخت‌ها در برگیرنده زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و هم‌چنین زیرساخت‌های اساسی نظام ملی علم و فناوری و عناصری مانند منابع مالی و انسانی توسعه علم و فناوری می‌باشند و در مجموع تأثیراتی بسیار مهم بر توسعه علم و فناوری در سطح ملی دارند. بررسی مؤلفه‌های زیرساختی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری نظام ملی علم و فناوری نشان‌دهنده رشد مناسب این زیرساخت‌ها است. از نظر تربیت نیروی انسانی به واسطه برنامه‌ریزی که از ابتدای انقلاب صورت گرفته است، ما با حجم بالای تحصیل‌کردگان روبه‌رو هستیم. از نظرپارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد و مراکز تحقیقاتی نیز با توجهی که برنامه چهارم به موضوع داشته است زیر ساخت‌های خوبی برای توسعه علم و فناوری در کشور فراهم شده است؛ اما نکته مهم در مورد این زیرساخت ها، عدم توسعه متوازن این زیرساخت‌ها و همچنین ضعف‌های اساسی در ظرفیت‌های موجود این زیرساخت‌ها برای توسعه شتابان کشور و دستیابی به جایگاه اول منطقه در افق چشم‌انداز بیست ساله است. بررسی زیرساخت‌هایی مانند پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد، مراکز تحقیقاتی و غیره نشان‌دهنده عدم شکل‌گیری توان و ظرفیت‌های بالقوه در آنها برای رشد سریع و میان‌بر زدن فناورانه در کشور است. در حوزه‌هایی مانند منابع انسانی و منابع مالی نیز با وجود اینکه در مقایسه با برخی از کشورهای منطقه وضعیت نسبتاً مساعدی در شاخص‌های کمی دیده می‌شود، ولی این موضوع از دو جهت قابل تردید است. اولاً این ظرفیت‌ها در شرایط رشد سریع و شتابان برای دستیابی به چشم‌انداز بیست ساله نیازمند افزایش و توجه بیشتر هستند و نمی‌توان برپایه ظرفیت‌های موجود، رشد مورد نظر را محقق کرد. ثانیاً درباره کیفیت منابع انسانی و نحوه تخصیص منابع مالی تردیدهایی وجود دارد که نیازمند اصلاح رویه‌های موجود و بهبود نظام آموزشی و همچنین کنترل چگونگی تخصیص منابع مالی توسعه فناوری در سطح ملی است. با وجودی که در قوانین، سهم مناسبی برای توسعه علم و فناوری در نظر گرفته شده است؛ اما این منابع در بیشتر مواقع حاصل نمی‌شوند. نیروی انسانی نیز با توجه به سیستم ناکارآمد نظام آموزشی،

با تربیت نیروهای به‌طور کامل کارا فاصله دارد. این موضوع در گزارش‌های unctad، دانشگاه سازمان ملل و نظام جامع توسعه فناوری نیز به‌وضوح مشاهده می‌شود که زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های توسعه علم و فناوری با وجود تلاش و منابع صرف شده، هنوز برای توسعه دانش‌بنیان و حرکت سریع توسعه علم و فناوری در سطح ملی دارای کمبودهای فراوانی هستند (سند راهبردی فناوری، ۱۳۸۷). از طرف دیگر سیستم آموزشی موجود نیز زیرساخت‌های لازم را برای پرورش خلاقیت در اختیار ندارد و در عمل، اخلاقیت افراد یا به مرحله ظهور نمی‌رسد و از بین می‌رود و یا با تحمل سختی‌های فراوان به نتیجه‌ای خواهد رسید و حتی مقاومت سیستم موجود را به صورت جدی در مقابل خود خواهد دید. به همین منظور بسیار حائز اهمیت است که زیرساخت‌های مناسبی برای به اجرا درآمدن خلاقیت افراد مد نظر قرار گیرد و شرایط مناسبی فراهم شود تا سیستم موجود نه‌تنها در مقابل طرح‌های مبتکرانه مقاومت نکند؛ بلکه در جهت حل مشکلات و مسایل به موازات افراد خلاق عمل کند. در کنار این امر، باید تصمیم گیری‌ها هم به صورت آموزش محور و هم پژوهش محور در نظر گرفته شود تا پژوهش را _که پایه اساسی رشد علم و فناوری می‌باشد - مورد توجه قرار گیرد.

یکی دیگر از زیرساخت‌های ضروری برای تولید علم و فناوری، نظام اطلاع‌رسانی جامع در این زمینه است که متأسفانه تاکنون در کشور وجود نداشته است. شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ۱۳۸۷ سیاست‌ها و ضوابط پایگاه استنادی علوم جهان اسلام را تصویب کرد که این پایگاه باید به برای ارزیابی استنادی انتشارات علمی، ارزشگذاری کمی، کیفی و رتبه‌بندی مجلات و سایر تولیدات علمی و ثبت در فهرست ISC پس از طی مراحل علمی ارزیابی برنامه‌ریزی کند و با تأکید بر شاخص‌های اسلامی به نمایه‌سازی به‌منظور دسترس‌پذیر ساختن انتشارات علمی دانشمندان و پژوهشگران جهان اسلام و بسترسازی برای معرفی و توسعه دامنه انتشارات ISC در سطح جهان بپردازد. ایجاد این پایگاه اقدام خوبی در نظام اطلاع‌رسانی علم و فناوری بود ولی نظر می‌آید کافی نیست و ضروری است که مرکزی در زمینه زیر نظام‌های اطلاعاتی تخصصی برای توسعه علم و فناوری، برای مشخص کردن وضعیت و توانمندی‌های موجود کتابخانه‌ها و مراکز اسناد، مؤسسات مطالعاتی، پژوهشی، طراحی و مهندسی و مشاوره‌ای، و گردآوری اطلاعات مربوط به نیروی انسانی مشخص در علوم و فناوری و اطلاعات مربوط به طرح‌های توسعه علم و فناوری ایجاد شود. فعالیت‌های مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و همچنین سازمان‌ها و مؤسسات صنعتی در توسعه و به‌کارگیری استانداردها در حد

مقدماتی باقی مانده‌اند. ارائه خدمات طراحی صنعتی فرآورده‌ها و یا فرایندها، با وجود کوتاه‌ترشدن عمر فناوری‌ها، به صورتی افزون، نوپا و بسیار محدود مانده است. مؤسسات طراحی با تعداد انگشت‌شمار، و تنگناهای مشابه مؤسسات پژوهشی، همچون ضعف نیروی انسانی، عدم برخورداری از آخرین وسایل و نرم‌افزارهای نوین و نبود تقاضا از سوی صنعت روبرو هستند. فعالیت‌های طراحی در واحدهای تولیدی- صنعتی، حتی در سطح مشابه‌سازی، چندان چشمگیر نیست. آزمایشگاه‌ها، چه به صورت مستقل و چه به عنوان واحدی از سازمان‌های پژوهشی و اجرایی و مؤسسات تولیدی- صنعتی و دانشگاهی، با توجه به کهنگی روش‌ها و تجهیزات و ضعف نیروی انسانی نمی‌توانند نقش واقعی خود را در توسعه فناوری ایفا کنند. وضعیت فعالیت‌های بازرسی فنی، آزمون فرآورده‌ها و کنترل و تضمین کیفیت واحدهای تولیدی کشور نیز، به دلیل عدم توجه به مؤلفه مهم کیفیت در تولید، بسیار نامساعد است. تعداد مؤسسات تخصصی نصب و راه‌اندازی تجهیزات بسیار اندک است و همین تعداد اندک نیز با عدم کفایت و کهنگی تجهیزات و عدم وجود روش‌ها و رویه‌های مناسب و سایر تنگناهای عمومی مؤسسات علمی و فنی روبه‌رو هستند. ساختار صنعتی کشور از وجود مؤسسات مدیریت پروژه و یا پیمانکار عمومی محروم بوده و به این ترتیب ناچار است هزینه‌های هنگفت ارزی برای بهره‌گیری از خدمات مؤسسات خارجی را تحمل کند(روحانی، ۱۳۸۴).

**۸-۸. مشخص نبودن متولی توسعه علم و فناوری**

بخش زیادی از مشکلات مربوط به برنامه‌ریزی علم و فناوری به عدم وجود متولی مشخصی برای این امر در کشور بر می‌گردد. با توجه به اینکه تولید علم و فناوری به ایجاد هماهنگی در مراکز مختلف تولید و بهره‌برداری از علم و فناوری اعم از دانشگاه، مؤسسه‌های علمی و پژوهشی و بخش صنعت و همچنین سایر بخش‌ها احتیاج دارد، وجود یک متولی فرابخشی مورد اجماع در این حوزه برای هماهنگی بخش‌های مختلف لازم و ضروری می‌باشد. متأسفانه عدم اجماع بر وجود چنین متولی باعث شده که فعالیت بخش‌های مختلف که در ارتباط با توسعه علم و فناوری می‌باشند با یکدیگر هماهنگ نباشد و منابع و امکانات کشور بعضاً به هدر رود. بخش بخش‌شدن و برنامه‌ریزی بخشی، منافی با انسجام و پیوستگی درونی نظام علم و فناوری است. این امر باعث بروز دوباره‌کاری‌های زیادی در تولید و بهره‌برداری از علم و فناوری شده است. به دلیل نبود متولی مشخص برای علم و فناوری، از هسته اصلی تولید و بهره‌برداری علم و فناوری یعنی دانشگاه‌ها و مراکز صنعتی به‌رغم ظرفیت‌های خالی و توانایی‌های بالقوه‌ای که در آنها وجود دارد، استفاده بهینه نمی‌شود.

در سال‌های اخیر (از برنامه سوم توسعه به این سو) تغییراتی در ساختار سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور ایجاد شده است که در کنار ساختارهایی که درگذشته وجود داشت، مانند مجلس شورای اسلامی و شورای عالی انقلاب فرهنگی، که یکی به صورت عام و دیگری به صورت خاص و به حوزه علم و فناوری کشور توجه داشت، ساختارهای جدیدی مانند وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)، و به‌تازگی معاونت علمی و فناوری در نهاد ریاست جمهوری تشکیل شده است. با وجود این ساختارهای مختلف در کشور ما شاهد ناهماهنگی‌هایی بین آنها هستیم و بویژه وجود هم‌پوشانی بین وظایف و کارکردهای این ساختارها از معضلاتی است که گریبان‌گیر نظام تولید علم و فناوری کشور شده است. بنابراین ایجاد اجماع نظر در مورد متولی اصلی علم و فناوری در کشور و اجرای سیاست‌های این نهاد می‌تواند در استفاده از تمام ظرفیت‌های کشور برای توسعه علم و فناوری بسیار مؤثر باشد. به نظر می‌آید محلی که نمایندگانی از سازمان‌ها و ارگان‌های درگیر در بخش علم و فناوری را داشته باشد به‌عنوان متولی اصلی علم و فناوری، مناسب به نظر می‌رسد. چنین محلی در کنار اینکه می‌تواند سیاست‌های کلان بخش علم و فناوری را تعیین کند، به دلیل عضویت نمایندگان نهادهای درگیر در این بخش، می‌تواند هماهنگی و همکاری مناسبی بین این نهادها برقرار کند تا مشکلات موجود به حداقل برسد.

**جمع‌بندی**

بررسی نظام تولید علم و فناوری در ایران نشان می‌دهد که عناصر اصلی این نظام شکل گرفته‌اند. مهمترین مؤلفه‌ها در این نظام دانشگاه‌ها، مراکز علمی و پژوهشی، پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد، بنگاه‌های کوچک و متوسط و مراکز صنعتی در زمینه فناوری‌های پیشرفته هستند به عنوان بازیگران اصلی این نظام در صحنه علمی و فناوری حضور دارند. زیرساخت‌های اصلی تولید علم و فناوری نیز با افزایش تعداد نیروهای تحصیل‌کرده در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترا و افزایش منابع مالی و ارتقاء سهم بودجه تحقیقاتی از تولید ناخالص ملی تأمین زمینه مناسبی برای تولید علم و فناوری فراهم شده است. اما توجه به راهکارهای پیش‌گفته و واگذاری مالکیت بسیاری از مؤسسات پژوهشی و دانشگاهی و همچنین بنگاه‌های بزرگ صنعتی – اقتصادی که در حال حاضر متعلق به دولت است و توسعه علم و فناوری در ایران را دارای ماهیت دولتی کرده است، می‌تواند باعث ایجاد فضای رقابتی مبتنی بر امید به آینده باشد. دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی مهمترین منابع تولید علم محسوب می‌شوند و توانمندی‌هایی از جمله توانایی در انجام تحقیقات

پایه تا فعالیت‌های تولید محصول و فرایند در این مؤسسات وجود دارد. در بخش‌های مختلف صنعتی و تجاری نیز ارتباط مراکز پژوهشی وابسته به آن بخش‌ها با ستاد راهبری و وزارتخانه مربوطه نسبتاً قوی می‌باشد و این مراکز علمی و پژوهشی کمک شایانی به اهداف و مأموریت‌های آن بخش در عرصه پژوهش و توسعه علم و فناوری می‌کنند. اما همان‌طور که گفته شد یکی از ضعف‌های عمده دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی کشور، نازل بودن سطح همکاری‌های بین‌المللی در عرصه علم و فناوری می‌باشد. بر خلاف کشورهای توسعه یافته که شرکت‌های چند ملیتی تأثیر عمیقی بر ساختار بازار و سرعت تغییرات علمی و فناوری دارند، به واسطه عدم حضور این شرکت‌ها در داخل کشور و نیز مشارکت ضعیف بنگاه‌های بزرگ صنعتی در توسعه علمی و فناوری کشور ما و سیاست‌های انگیزشی دولت به دلیل ایجاد تقاضا برای بهره‌برداری از نتایج و دستاوردهای مراکز علمی و پژوهشی کشور، توان انگیزشی مناسبی در نظام علم و فناوری کشور و زیرمجموعه آن ایجاد نمی‌شود.

# سخن آخر

در دوران بعد از انقلاب با همه فراز و نشیب‌ها، مشکلات و تنگناها، مسیر افزایشی را در توسعه علم و فناوری طی کرده‌ایم؛ یعنی وقتی شاخص‌های توسعه علمی و فناوری را چه در مدیریت عرضه و چه در مدیریت تقاضا مرور می‌کنیم، نشانه‌های خیلی مثبتی می‌بینیم؛ البته این به معنای نبودن هیچ مشکلی نیست، همچنان که پیشرفت سایر کشورها، به معنای عالی بودن همه چیز نیست؛ برای مثال وقتی می‌گوییم ژاپن از نظر توسعه علمی پیشرفت خوبی داشته است با ۶۰ هزار مقاله در سال، از کیفیت آنها اطلاع کافی نداریم و احتمالاً برخی از مقالات آنها هم دربردارنده یافته‌های علمی چندانی نیست و یا وقتی می‌گوییم آمریکا ۳۰۰ هزار مقاله دارد، این ۳۰۰ هزار مقاله الزاماً بهترین مقالات دنیا نیستند. در حال حاضر روند نیروی انسانی ما، به شدت رو به رشد و مثبت است؛ یعنی نیروی انسانی آموزش دیده و ماهر بعد از انقلاب سیر صعودی بسیار خوب داشته است؛ دوره‌های ارشد، دکترا، تعداد مقالات، سیر صعودی خوب دارد، یعنی آنجا که بحث تولید علم است. وضعیت موجود نشان دهنده آن است که زیرساخت‌های مادی و نیروی انسانی مورد نیاز توسعه جامعه امکان ایجاد یک شتاب قوی در عرصه علم و فناوری را فراهم آورده است. به عبارت دیگر نظام جمهوری اسلامی در جهت تربیت افراد متخصص

مورد نیاز در رده‌های مختلف و ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری لازم برای تولید علم و فناوری گام‌های بلندی برداشته است. امروزه علم و فناوری به عنوان دوبال توسعه کشور غیرقابل تفکیک هستند. بین علم و فناوری ارتباط تنگاتنگ طولی و عرضی وجود دارد. حوزه‌های علمیه و دانشگاه‌ها در حوزه تولید علم دستاوردهای خوبی داشته‌اند و هر روز، کشور در آستانه تحول علمی خوبی قرار دارد. تعداد ثبت اختراعات ما رو به افزایش است. هر روز یک اختراع تازه یا یک کشف تازه در بحث هسته‌ای، پزشکی، ماهواره و... رخ می‌دهد. ایران از نظر شاخص‌های علم و فناوری فعالیت‌های خوبی داشته، اکنون براساس آمارها و ارزیابی‌های ملی و جهانی نسبت به گذشته متخصصین ما درحوزه فناوری‌های برتر، قدم‌های خیلی جدی برداشته‌اند. سهم ایران در تولیدات علمی در سطح جهانی از افزایش و رشد چشم‌گیری برخوردار شده است و با بیش از پانزده هزار مورد تولید علمی جهانی در پایان سال ۲۰۰۹ میلادی؛ رقم ۱/۱۸ درصد از سهم تولید علم جهانی را به خود اختصاص داده است. در حالی است که این آمار در اوایل دهه هفتاد هجری شمسی فقط در حد پانزده هزارم درصد بوده است. در چند سال اخیر سرعت رشد علمی ایران حدود ۴۰۰ درصد بوده است که از منظر سرعت رشد نه تنها در منطقه، بلکه در جهان در رتبه‌های اول قرار دارد، این رشد، حاصل توجه نسل جدید دانشگاهیان و حوزویان به تولید علم بوده است. با توجه به اینکه جمعیت ایران ۱ درصد جمعیت جهانی است و مساحت کشور نیز حدود ۱ درصد مساحت کشورهای دنیاست. به‌طور طبیعی باید سهم تولید علمی ایران نیز حداقل ۱ درصد تولید علم جهانی باشند که در سال ۲۰۰۹ به این رقم محقق شده است. مفهوم نهضت تولید علم این است که حداقل ۵ الی ۱۰ برابر سهم نسبی کشور، تولید علم جهانی به‌وسیله جامعه علمی ایران باشد؛ به عبارت دیگر برای تحقق نهضت تولید علم باید ۵ الی ۱۰ درصد تولید علم جهان سهم جامعه کشور باشد و این معنای افزایش حداقل ۵ تا ۱۰ برابری تولید علم کنونی کشور است. تولید علم در کشورمان یک نوزاد چندروزه است، حقیقتاً هنوز یک نطفه است که اگر مراقبت ویژه نشود خیلی راحت عقب‌گرد خواهدکرد. مهمترین آسیب برای ادامه جلوگیری از این روند روبه رشد، نگاه‌های سیاسی، کوتاه‌مدت، شعاری و در یک کلمه غیرعلمی است که توسعه علمی بیشترین آسیب را از این بخش، می‌خورد. اگر می‌خواهیم در حوزه علم و فناوری به اهدافمان برسیم یک مراقبت حاکمیتی و حکومتی لازم داریم. در نظر داشتن تهدیدها و استفاده از فرصت‌ها و توجه مداوم به اهداف و سیاست‌ها ضرورت دارد و این‌کار باید به نحوی انجام گیرد که عمده پتانسیل مادی و انسانی کشور

درگیر این مسئله باشد. تردیدی وجود ندارد که در جهت رشد و توسعه کشور و ارتقای سطح زندگی مردم و همچنین برآوردن نیازهای اساسی جامعه، نه تنها توسعه علوم و فناوری‌های برتر باید بطور جدی و با برنامه و عزمی ملی ادامه یابد؛ بلکه تحولی اساسی و بنیادین در زمینه نهادینه کردن فرهنگ توجه جدی به علم و فناوری ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به همین ضرورت، رهبری معظم انقلاب موضوع جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم را مطرح کرده‌اند. برای رشد سریع‌تر علم و فناوری در کشور ضروری است تا فعالیت دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی که در جهت تولید علم و فناوری در حوزه‌های مختلف فعالیت می‌کنند نظارت‌کرده و به‌منظور پاسخگویی به نیازهای حال و آینده کشور به سمت فعالیت در زمینه‌های اولویت‌دار مبتنی بر خلاقیت و نوآوری برای انتقال فناوری برتر روز، سوق یابد. جذب نیروهای تحصیل‌کرده و نخبگان و دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی به صورت هیئت علمی و یا محقق پژوهشگر از طریق واحدهای تحقیق و توسعه مراکز خدمات علمی و یا ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان به‌وسیله محققان می‌تواند از مهاجرت افراد هوشمند جلوگیری کند که در همین راستا هیئت عالی جذب هیئت علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به‌وسیله شورای عالی انقلاب فرهنگی تشکیل شده و برای ساماندهی به این امر فعالیت می‌کند. باید با اهتمام هرچه بیشتر دانشمندان و متخصصان کشورمان مرزهای تولید علم و فناوری در کشور شکسته شود و تولیدات منحصر بفرد و جهش‌ساز صورت پذیرد. لازم است در وزارتخانه ها، دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پژوهشگاه‌ها ساختارهای علمی متناسب با نیازهای جامعه طراحی و تدوین شود و منزلت علمی استادان، دانشجویان و پژوهشگران در این بخش‌ها پاس داشته شود. به‌طور قطع تصویب نقشه جامع علمی کشور می‌تواند روند روبه رشد کشور در حوزه علم و فناوری را تسریع کند و دستیابی به سهم ارزنده در تولید علم جهانی به‌وسیله جامعه علمی ایران را ممکن گرداند.

## فهرست جداول


جدول ۱ مقایسه برنامه‌های توسعه‌ای کشور ۴۳
جدول ۲ توزیع تعداد کادر آموزشی تمام‌وقت (وابسته به دولت) بر حسب مرتبه علمی در سال تحصیلی ۱۳۸۶ – ۱۳۸۵ (استادی تا استادیاری) ۸۴
جدول ۳ توزیع تعداد کادر آموزشی تمام وقت (وابسته به دولت) بر حسب مرتبه علمی در سال تحصیلی ۱۳۸۶ – ۱۳۸۵ (مربی به پایین) ۸۴
جدول ۴ دوره‌های افق زمانی سند راهبرد آینده ۱۳۰
جدول ۵ وضعیت موجود و مطلوب زیست‌فناوری در زمینه تولید مطابق با سند ملی زیست‌فناوری ۱۶۷
جدول ۶ وضعیت موجود و مطلوب زیست‌فناوری در زمینه تربیت نیروی متصص ۱۶۸
جدول ۷ وضعیت موجود و مطلوب زیست‌فناوری در زمینه قوانین و مقررات (کمیته حقوق، اخلاق و استاندارد ستاد توسعه زیست‌فناوری) ۱۶۸
جدول ۸ وضعیت زیست‌فناوری در بخش ارتقاء زیر ساخت و افزایش ظرفیت ۱۶۹
جدول ۹ بررسی توانمندی‌های فناوری‌های ذکر شده در ایران (توانمندی، محیط درونی) ۱۷۸
جدول ۱۰ منطقه‌بندی و نحوه مدیریت منطقه‌ها ۱۸۱
جدول ۱۱ تهیه و تدوین دستورالعمل‌ها، استراتژی‌ها، شیوه‌نامه‌ها و استانداردها ۱۸۶
جدول ۱۲ تعداد ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی ثبت شده- منطقه ۱۸۹
جدول ۱۳ کشورهای حاضر در فضا (صاحب ماهواره) ۱۸۹
جدول ۱۴ کشورهای پرتاب کننده و پرتاب‌های موفقیت‌امیز ماهواره و سفینه‌های فضایی ۲۰۰۴-۱۹۵۷ ۱۹۰
جدول ۱۵ شرایط کلی اقتصادی برای بخش مخابرات از نگاه مراقبت تجاری در سال ۲۰۰۵ ۲۱۰
جدول ۱۶ گزارش وضعیت زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور در سال ۱۳۸۸ ۲۱۲
جدول ۱۷ سهم هر یک از بخش‌های مختلف در بازار کشور در سال ۱۳۸۷ ۲۱۴
جدول ۱۸ وضعیت زیر ساخت فناوری اطلاعات در مهرماه ۸۶ در کشور ۲۱۷
جدول ۱۹ ضریب نفوذ تلفن همراه، ثابت و دیتای باند ۲۱۹
جدول ۲۰ رتبه ایران در فناوری اطلاعات در سال‌های اخیر ۲۲۰
جدول ۲۱ رتبه‌ایران در سال‌های مختلف در میان کشورهای آسیایی عضو ITU ۲۲۰
جدول ۲۲ مقایسه‌ایران با خاورمیانه و جهان (ضریب نفوذ اینترنت) ۲۲۰
جدول ۲۳ مقایسه وضعیت اینترنت در چند کشور شامل ایران ۲۲۱
جدول ۲۴ تعداد دانشجویان فناوری اطلاعات در مقاطع مختلف و ظرفیت پذیرش دانشگاه‌ها در کشور ۲۲۲
جدول ۲۵ مقایسه روش‌های بکار رفته در مطالعات آینده‌پژوهی در چند کشور منتخب جهان ۲۲۹
جدول ۲۶ هدف‌گذاری راهبردی برای دستیابی به چشم‌انداز نانو فناوری ۲۳۱
جدول ۲۷ سرمایه‌گذاری و بودجه در فناوری نانو ۲۳۱


**فهرست نمودارها**


نمودار ۱ الگوی مدیریت راهبردی تولید علم ۴۹
نمودار ۲ هرم نیازهای انسانی مزلو ۵۱
نمودار ۳ تعداد شاغلان تحقیقاتی در یک میلیون نفر جمعیت ۸۰
نمودار ۴ درصد محققان، کارشناسان پژوهشی، تکنیسین‌ها و نیروهای پشتیبانی و خدمات از کل شاغلان تحقیقاتی ۸۱
نمودار ۵ تعداد محققان در یک میلیون نفر جمعیت و با احتساب دانشجویان دکترای تخصصی در حال گذراندن پایان‌نامه ۸۲
نمودار ۶ تعداد کادر آموزشی تمام‌وقت دانشگاه‌های وابسته به دولت در سال تحصیلی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ ۸۲
نمودار ۷ تعداد کادر آموزشی تمام‌وقت دانشگاه آزاد اسلامی در سال تحصیلی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ ۸۳
نمودار ۸ درصد اعضای هیئت علمی تمام‌وقت و پاره‌وقت در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی (به جز دانشگاه آزاد اسلامی) ۸۴

نمودار ۹ نسبت دانشجویان به اعضای هیئت علمی (تمام‌وقت و پاره‌وقت) به تفکیک در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی..... ۸۵
نمودار ۱۰ تعداد کل دانشجویان کشور به تفکیک دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی..... ۸۶
نمودار ۱۱ تعداد دانشجویان در یک میلیون نفر جمعیت..... ۸۷
نمودار ۱۲ تعداد دانش‌آموختگان دوره‌های تحصیلات تکمیلی..... ۸۸
نمودار ۱۳ تعداد دانش‌آموختگان دوره‌های تحصیلات تکمیلی در یک میلیون نفر جمعیت..... ۸۸
نمودار ۱۴ تعداد دانش‌آموختگان دکترای تخصصی بخش‌های دولتی و غیردولتی در یک میلیون نفرجمعیت در سال ۱۳۸۴..... ۸۹
نمودار ۱۵ دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد، دکترای حرفه‌ای و دکترای تخصصی در یک میلیون نفر جمعیت در بخش‌های دولتی و غیردولتی در سال ۱۳۸۴..... ۸۹
نمودار ۱۶ دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد و دکترای تخصصی در یک میلیون نفر جمعیت در بخش‌های دولتی و غیردولتی در سال ۱۳۸۴..... ۹۰
نمودار ۱۷ اعتبارات تحقیقاتی (میلیارد ریال)..... ۹۱
نمودار ۱۸ کل اعتبارات تحقیقاتی (دولتی) به میلیارد ریال..... ۹۱
نمودار ۱۹ درصد اعتبارات تحقیقاتی (فصل تحقیقات) از تولید ناخالص داخلی..... ۹۲
نمودار ۲۰ درصد اعتبارات تحقیقاتی (داخل و خارج فصل) از تولید ناخالص داخلی..... ۹۳
نمودار ۲۱ نسبت اعتبارات تحقیقاتی(دولتی) به تعداد محققان (میلیون ریال)..... ۹۳
نمودار ۲۲ نسبت اعتبارات تحقیقاتی(دولتی) به کل شاغلان تحقیقاتی (میلیون ریال)..... ۹۴
نمودار ۲۳ تعداد مراکز تحقیقاتی (فعال)..... ۹۵
نمودار ۲۴ درصد مراکز تحقیق و توسعه از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)..... ۹۵
نمودار ۲۵ درصدمراکز تحقیقاتی دانشگاهی از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)..... ۹۶
نمودار ۲۶ درصدمراکز تحقیقاتی غیردولتی از کل مراکز تحقیقاتی(فعال)..... ۹۶
نمودار ۲۷ سرانه فضای خوابگاه‌های دانشجویی برای دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری..... ۹۷
نمودار ۲۸ سرانه فضای تربیت بدنی در دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری..... ۹۷
نمودار ۲۹تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال..... ۹۸
نمودار ۳۰ درصد طرح‌های تحقیقاتی فعال به تفکیک..... ۹۹
نمودار ۳۱ تعداد طرح‌های تحقیقاتی پایان‌یافته به تفکیک..... ۱۰۰
نمودار ۳۲ تعداد کل تولید علمی کشور در مجلات معتبر بین‌المللی طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۳..... ۱۰۰
نمودار ۳۳ تعداد کل تولید علمی ایران در مجلات معتبر بین‌المللی به تفکیک گروه‌های عمده علمی..... ۱۰۱
نمودار ۳۴ تعداد ارجاعات به مقالات نمایه شده‌ی هر سال در سال بعد از انتشار..... ۱۰۲
نمودار ۳۵ ضریب تأثیر تولیدات علمی نمایه شده‌ی هر سال در سال بعد از انتشار..... ۱۰۲
نمودار ۳۶ تعداد مقاله‌های منتشرشده (به‌وسیله واحدهای تحقیق و توسعه) در مجلات داخلی و خارجی..... ۱۰۳
نمودار ۳۷ تعداد درخواست‌های ثبت اختراع و اختراعات ثبت شده در اداره مالکیت صنعتی..... ۱۰۴
نمودار ۳۸ تعداد سمینارها و کنفرانس‌های علمی برگزار شده در کشور به‌وسیله دانشگاه‌ها..... ۱۰۴
نمودار ۳۹ نسبت تعداد مقالات تالیف شده اعضای هیئت علمی به کل اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های وابسته به وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی..... ۱۰۵
نمودار ۴۰ تعداد مقاله‌های منتشرشده به صد نفر محقق..... ۱۰۶
نمودار ۴۱ تعداد طرح‌های تحقیقاتی فعال به صد نفر محقق..... ۱۰۶
نمودار ۴۲ تعداداختراعات ثبت‌شده(در اداره مالکیت صنعتی)به صد نفر محقق..... ۱۰۷
نمودار ۴۳ تعداد کتب علمی منتشرشده به صد نفر محقق..... ۱۰۷
نمودار ۴۴ تعداد مقاله‌های منتشرشده به ازای صد میلیون ریال اعتبارات تحقیقاتی..... ۱۰۸
نمودار ۴۵ تعداد پارک‌های علم‌وفناوری در کشور طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۰ ..... ۱۰۹
نمودار ۴۶ تعداد مراکز رشد واحدهای فناوری در کشور طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۱..... ۱۱۰
نمودار ۴۷ درآمد حاصل از صادرات کل خدمات و خدمات فنی و مهندسی در ایران به میلیارد دلار..... ۱۱۱

نمودار ۴۸ تعداد و سهم مقالات بین‌المللی ایران در فناوری نانو در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ میلادی..... ۱۳۳
نمودار ۴۹ مقدار شاخص اولویت ملی فناوری نانو در ایران در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ میلادی..... ۱۳۴
نمودار ۵۰ نسبت تعداد مقالات فناوری نانوی ایران به ازای هر میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸..... ۱۳۴
نمودار ۵۱ نسبت تعداد مقالات فناوری نانوی ایران به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸..... ۱۳۴
نمودار ۵۲ تعداد مقالات علمی ایران در نه سال اخیر..... ۱۷۰
نمودار ۵۳ نمودار جایگاه ایران در بین کشورهای آسیای جنوب غرب..... ۱۷۰
نمودار ۵۴ نمودار جایگاه ایران در دنیا..... ۱۷۱
نمودار ۵۵ ماتریس جذابیت – توانمندی برای تعیین حوزه‌های اولویت دار..... ۱۷۹
نمودار ۵۶ درآمد صنعت ماهواره در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۶..... ۱۹۰
نمودار ۵۷ بودجه فعالیت‌های فضایی ایالات متحده امریکا..... ۱۹۰
نمودار ۵۸ اعتبارات سازمان فضایی ایران در سال‌های برنامه چهارم توسعه..... ۱۹۵
نمودار ۵۹ هزینه فناوری اطلاعات و ارتباطات در بازار کشور در سال ۱۳۸۷..... ۲۱۳
نمودار ۶۰ سهم هر یک از بخش‌های مختلف در بازار کشور در سال ۱۳۸۷..... ۲۱۴
نمودار ۶۱ تأثیر فناوری نانو بر فناوری‌های پیشرفته در صنعت..... ۲۵۸
نمودار ۶۲ تأثیرات آینده همگرایی فناوری‌ها بر بازارهای خاص تا سال ۲۰۲۵ (برحسب درصد صنعت..... ۲۵۸
نمودار ۶۳ شکل‌دهی مولکول‌ها با همگرایی فناوری‌ها در صنعت خودرو..... ۲۵۹
نمودار ۶۴ عوامل کلیدی در صنعت خودرو..... ۲۵۹
نمودار ۶۵ مثلث تولید علم و توسعه اقتصادی: مراکز تولید علم، صنعت..... ۲۶۹
نمودار ۶۶ چرخه تولید و مصرف علم..... ۲۷۳
نمودار ۶۷ فرایند توسعه علم و فناوری..... ۲۷۵
نمودار ۶۸ چرخه ارتقاء کارایی و توانمندی تولید علم فناوری..... ۲۸۰

## منابع

### منابع فارسی


- آزاد ارامکی، تقی، علل و موانع فرهنگی - اجتماعی تولید علم در ایران در مجموعه درآمدی بر آزاداندیشی و نظریه‌پردازی علوم دینی، سایت حوزه haw . www.zah.net
-اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور.(۱۳۸۸).دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- افروزی‌نیا، عبدالجلیل.(۱۳۸۴). زیر ساخت‌های لازم برای تولید علم، مجموعه مقالات نخستین کنگره بین‌المللی نهضت تولید علم، جنبش نرم‌افزاری و آزاداندیشی دانشگاه آزاد اسلامی، جلد اول.
- اهمیت فناوری و ضرورت تدوین سیاست‌های کلی.(۱۳۸۴). تهران: کمیسیون علمی، فرهنگی و اجتماعی دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام.
- اولین ارزیابی کلان آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران.(۱۳۸۵). تهران: هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- امیری، سعید و نیک‌کام، نادر و صاحبی‌نژاد، مجید.(۱۳۸۷). بررسی آماری وضعیت تولید فناوری و ثبت اختراعات مرتبط با فناوری نانو در کشورهای مختلف، فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال اول، شماره سوم.
- آقاجانی.(۱۳۸۶). «نانو تکنولوژی و صنعت خودرو». خبرنامه صنعت خودرو ویژه‌نامه فناوری نانو.
- آینده‌نگاری زیست‌فناوری در ایران ۱۴۰۴.(۱۳۸۸). تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- آینده‌نگاری فناوری اطلاعات در ایران ۱۴۰۴.(۱۳۸۸). تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- آینده‌نگاری فناوری دریا در ایران ۱۴۰۴.(۱۳۸۸). تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- آینده‌نگاری فناوری هوافضا در ایران ۱۴۰۴.(۱۳۸۸). تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- امیری، سعید، قرایلو، داوود.(۱۳۸۵). «بازار جهانی محصولات فناوری نانو در ۵ سال آینده»؛ سایت مدیریت فناوری نانو، بخش مقالات علمی.
- بررسی وضعیت انتشارات علمی ایران با نگاهی به تولید علم در دانشگاه‌ها.(۱۳۸۷). تهران: هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- بلالی، مجید.(۱۳۸۷). «همگرایی، فناوری و رسانه». اداره کل تحقیقات و جهادخودکفایی.
- بیانات مقام معظم رهبری در دیدار با اساتید دانشگاه‌ها ۱۳۸۳/۹/۲۶.
- بیانات مقام معظم رهبری در دیدار با اساتید دانشگاه‌ها ۱۳۸۲/۲/۲۲.
- بصیرنیا، غلامرضا.(۱۳۸۵). گفتمان نو در حوزه فرهنگ. نشریه مهندسی فرهنگی، شماره اول.
- بهرامی، محسن و طاعتی، مهکامه.(۱۳۸۷). ارتباط دولت، صنعت و دانشگاه: ایران، افق ۱۴۰۴، تهران: دوازدهمین کنگره همکاری‌های دولت، صنعت و دانشگاه برای توسعه.
- پزشکیان، مسعود.(۱۳۸۵). مشروح مذاکرات چهلمین جلسه شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم. تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- پیش‌نویس سند بهبود و توسعه نظام ملی نوآوری در ایران.(۱۳۸۷). معاونت فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - پیش‌نویس سند توسعه علمی کشور.(۱۳۸۵). وزارت علوم تحقیقات و فناوری.
- پیش‌نویس سند راهبردی علوم و فناوری‌های شناختی.(۱۳۸۸). شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- تاج محرابی، سهیلا.(۱۳۸۶). دستاوردهای چشمگیر ایران در زمینه فناوری نانو طی سال ۱۳۸۶.
- تدوین راهبردهای تولید علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران در راستای تحقق چشم‌انداز بیست ساله. (۱۳۸۶). پایان‌نامه دانشجویان دوره سیزدهم دکتری مدیریت راهبردی دانشکده مدیریت راهبردی دانشگاه عالی دفاع ملی.
- تهرانی، میثم.(۱۳۸۷). «آغاز هزاره سوم، آستانه یک رنسانس تمام عیار در دانش و فناوری». سخنرانی در سمینار فناوری در هزاره سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.
- توفیقی، جعفر.(۱۳۸۵). مشروح مذاکرات چهلمین جلسه شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم. تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- جریان‌های فکری و نهضت نرم‌افزاری به نقل از www.danaee.com
- حاج فتعلی‌ها، عباس.(۱۳۷۲). توسعه تکنولوژی. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.
- حجازی، سیدعلیرضا.(۱۳۸۶). «آیا آینده می‌تواند مطمئن باشد؟»؛ سایت آفتاب، بخش مقالات علمی.
- حجازی، سیدعلیرضا. الف.(۱۳۸۶). «استفاده مغز از گذشته، برای رسیدن به آینده». مجموعه مقالات

فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- حجازی، سیدعلیرضا. ج.(۱۳۸۶). «انسانواره‌ها: ماشین‌هایی که می‌توانند مانند انسان فکر کنند». مجموعه مقالات فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- حجازی، سیدعلیرضا. ب.(۱۳۸۶). «۱۰ پیش‌بینی مهم برای سال ۲۰۰۸ میلادی و فراتر از آن». مجموعه مقالات فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- حسن زاده، ذبیح الله.(۱۳۸۸). نهضت تولید علم، امیدها و چالش‌ها، خبرگزاری قلم.
- حقانی، مهری.(۱۳۸۴). بررسی جایگاه تولید علم ایران در جهان، مجله اینترنتی فصل نو.
- خرازی، سیدکمال. (اردیبهشت ۱۳۸۸). «تلاش برای کشف اسرار مغز»، مصاحبه در روزنامه جام جم.
- خرازی، سیدکمال و دولتی، رمضان.(۱۳۸۸). روان‌شناسی شناختی و علوم شناختی. تهران: سازمان انتشارات جهاددانشگاهی. چاپ دوم.
- خلیل، طارق.(۱۳۸۱). مدیریت تکنولوژی. ترجمه باقری و ملت پرست. تهران: انتشارات پیام متن.
- خنیفر، حسین.(۱۳۸۸). وضعیت مدیریت تولید علم در حوزه علوم اسلامی، خبرگزاری فارس.
- درآمدی بر مجموعه مصوبات شورای عالی انقلاب فرهنگی.(۱۳۸۷). دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- رفیعی‌تبار، هاشم.(۱۳۸۵). «آینده نانو فناوری وچگونگی تأثیر آن بر سایر فناوری‌ها». سخنرانی در نخستین جشنواره برترین‌های فناوری نانو.
- رفیعی‌تبار، هاشم.(۱۳۸۶). «جلب فناوری‌های نوین در جامعه مستلزم حضور زیرساخت‌های معین است». خبرنامه شماره ۱۲۵ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- رفیعی‌تبار، هاشم.(۱۳۸۷). «پیدایش فناوری همگرا»؛ سخنرانی در انجمن مهندسی ساخت و تولید ایران.
- روحانی، حسن.(۱۳۸۴). نقش فناوری در توسعه یافتگی و قدرت ملی. تهران: دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام.
- روش تعیین اولویت‌های پژوهش و فناوری در کشور.(۱۳۸۷). تهران: دبیرخانه نقشه جامع علمی کشور، شورای عالی انقلاب فرهنگی
- «راهبرد آینده: راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران».(۱۳۸۴). ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- «روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی».(۱۳۸۴). گروه آینده اندیشی بنیاد توسعه فردا. تهران: چاپ گلبان.
- زلفی گل، محمدعلی وکیانی بختیاری، ابوالفضل.(۱۳۸۵). مصادیق تولید علم، شاخص‌های انتخاب و انتخاب شاخص‌ها. به نقل از www.korsi.ir.
- ستاری فر، محمد.(۱۳۷۴). درآمدی بر سرمایه و توسعه. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.
- سند برنامه بخش پژوهش در برنامه سوم توسعه.(۱۳۷۹). شورای مشترک توسعه علوم و فناوری و آموزش و پرورش. دفتر امور پژوهش، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
- سند راهبردی فناوری.(۱۳۸۷). پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی. جلد سوم. ویرایش اول.
- سند تکمیلی راهبرد آینده: راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران.(۱۳۸۷). ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- سومین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران.(۱۳۸۶). تهران: هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی
- سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران (ایران افق ۱۴۰۴).(۱۳۸۵). تهران: دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام.
- شناسایی نهادهای سیاست‌گذار و پشتیبان صنایع Tech Hi- در ایران.(۱۳۸۳). تهران: مرکز صنایع نوین وزارت صنایع و معادن.
- صاحبی نژاد، مجید.(۱۳۸۵). «نگاهی به تجربه دانمارک در آینده‌نگاری علم و فناوری نانو»؛ سایت مدیریت فناوری نانو، بخش مقالات علمی.
- عارف، محمدرضا. (۱۳۸۷). خبرنامه فرهنگستان علوم، سال هشتم، شماره۲۹.
- عمرانی‌خواه جلیل و احمدزاده گرامی، رضا.(۱۳۸۸). اهمیت و نقش نانو فن‌آوری در پیشبرد استراتژی نوآوری و توسعه صنعتی. مجموعه مقالات هشتمین همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن. انجمن تخصصی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن.

- عارف، محمدرضا.(۱۳۸۵). مشروح مذاکرات چهلمین جلسه شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم. تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- عباسی، علی.(۱۳۸۴). همگرایی زیست‌فناوری و فناوری نانو. خبرنامه شماره ۸۴ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- عباسی، علی.(۱۳۸۷). «روندهای فناوری نانو تا سال ۲۰۲۰ (بخشی از گزارش مؤسسه RAND در پیش‌بینی آینده فناوری‌های پیشرفته)»؛ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- غلامی، رضا.(۱۳۸۷). گفتگو با دبیرخانه جنبش آزاداندیشی و تولید علم به نقل از www.danaee.com.
- غلامی، رضا و بابازاده.(۱۳۸۴). «جنبش نرم‌افزاری و نهضت تولید علم»، کتاب مجموعه مقالات نخستین کنگره بین المللی دانشگاه آزاد اسلامی.
- فتوره چی، هومن.(۱۳۸۸). «گذر از دو دیدگاه سنتی به دیدگاه‌های نوین». خبرنامه شماره ۱۴۶ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- قاضی نور، سید سپهر و قاضی نور، سید سروش.(بهار ۱۳۸۷). استخراج راهکارهای نظام ملی نوآوری درایران باتکیه بر مطالعات تطبیقی کشورهای مختلف، فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال اول، شماره ۱.
- قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب ۱۳۶۸/۱۱/۱۱ مجلس شورای اسلامی.
- قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب ۱۳۷۳/۹/۲۰ مجلس شورای اسلامی.
- قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب ۱۳۷۹/۱/۱۷ مجلس شورای اسلامی.
- قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، مصوب ۱۳۸۳/۶/۱۱ مجلس شورای اسلامی.
- گزارش مطالعات پایه‌ای و تحلیلی کلان برای ساماندهی به توسعه علمی و تحقیقاتی(نظم آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی).(۱۳۸۳). کمیسیون علمی، فرهنگی و اجتماعی دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام.
- گزارش چالش‌های تولید علم.(۱۳۸۷). معاونت پژوهش‌های فرهنگی و اجتماعی مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع، پژوهشنامه شماره ۳۴.
- گزارش کمیته فناوری نقشه جامع علمی کشور.(۱۳۸۷). شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- گزارش مقایسه‌ای برخی از شاخص‌های آموزشی کشورهای منطقه در دوره ده‌ساله منتهی به سال ۱۳۸۴. (۱۳۸۵). تهران: معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت ریاست جمهوری.
- گلابی، سیاوش.(۱۳۷۰). پژوهش در برنامه‌ریزی آموزشی. تهران: انتشارات فردوس.
- مبانی و روش انجام کار سند جامع توسعه هوافضا. (۱۳۸۷). تهران: دبیرخانه نقشه جامع علمی کشور شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- مدل ارزیابی و دیدگاه‌های اساسی در فناوری. (۱۳۸۴). دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام.
- مشاوران یونسکو. (۱۳۶۹). فرآیند برنامه‌ریزی آموزشی. ترجمه فریده مشایخ. تهران: انتشارات مدرسه.
- مانی، محمود.(۱۳۸۶). مسابقات هوافضای دانش‌آموزی در دانشگاه امیرکبیر به نقل از سایت خبرگزاری رسمی جمهوری اسلامی ایران www.irna.ir.
- مجله اینترنتی Tomorrow in Brief,www.wfs.org/tibsma20.htm.
- مجله اینترنتی Futurist Update,www.wfs.org/futuristupdate.htm.
- مجله اینترنتی World Trends & Forecasts,www.wfs.org/trend2so06.htm.
- مدل ارزیابی و دیدگاه‌های اساسی در فناوری.(۱۳۸۴). مستندات سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فناوری. تهران: دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت‌نظام.
- ملکیان، فرامرز. نظریه‌پردازی، تولید علم و نقش آن در فرآیند توسعه. سایت باشگاه اندیشه www.bashgah.net.
- ملکی‌فر، عقیل.(۱۳۸۷). نقشه فناوری کشور. تهران: دبیرخانه نقشه جامع علمی کشور شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- ملکی‌فر، عقیل و سیدکمال، طباطبائیان.(۱۳۸۰). سیری در سیاست علم و تکنولوژی شش کشور. تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

- ملکی‌فر، عقیل. (۱۳۸۵). «الفبای آینده‌پژوهی». تهران: مؤسسه فرهنگی انتشاراتی کرانه علم.
- منصوری، رضا.(۱۳۸۲). سخنرانی به مناسبت تجلیل از پژوهشگران برتر. تهران: دانشگاه صنعتی شریف.
- منتظری مقدم، علی.(۱۳۸۵). مشروح مذاکرات چهلمین جلسه شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم. تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- منتظری مقدم، علی.(۱۳۸۴). مشروح مذاکرات چهلمین جلسه شورای تخصصی تحول و نوسازی نظام آموزشی و جنبش تولید علم. تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- مهبودی، فریدون.(۱۳۸۶). «گزارش پروژه آینده‌نگاری زیست‌فناوری»؛ ارائه شده در هم اندیشی کمیته تخصصی نقشه جامع علمی کشور در حوزه سلامت و علوم زیستی.
- ناظمی، مهدی.(۱۳۸۶). چالش‌های تولید علم در ایران. شورای تخصصی تحول نظام آموزشی و تولید علم. تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- «نانو بیو فناوری/ بیونانو فناوری چیست؟»؛ سایت جامع علوم آزمایشگاهی فاسکو www.phasco.org.
- «هوافضا و فناوری نانو»؛ سایت باشگاه پرواز www.flightclub.ir.
- «هوای پاک با فناوری نانو»؛ سایت باشگاه نانو www.nanoclub.ir.
- یعقوبی، محمد.(۱۳۸۷). راهکارهای مناسب برای توسعه علوم مهندسی و فناوری در ایران، طرح پژوهشی از گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم. تهران: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.
- یعقوبی، محمود، غفاری، محمدمهدی، پاکپور، مریم.(۱۳۸۵). «آینده‌نگری فناوری ابزار سیاست‌گذاری علم و فناوری، مطالعه تطبیقی ۳۰ کشور جهان»؛ ارائه شده در همایش آینده‌پژوهی و چشم‌انداز توسعه.

**منابع انگلیسی**

- Gaponenko, Nadezhda,)2005("The European Foresight Monitoring Network"; Nano-technology Foresight.
- Ghazinoory, S., Heydari, E,)2008("Potential Impacts of Nanotechnology development in Iran"; IEEE Thechnology and society magazine.
- Mahboudi,(2006(Iranian Private Sector in Biotechnology;Deputy of Biotechnology Producers in Higher Council of Biotechnology Iran.
- Martin, William J..(1995). Global Information Society, 2, Rev.
- Miller, M.R,)2005("The Digital Dynamic: How Communications Media Shape Our World"; FUTURIST.
- Porter M.(1985).competivie advantage: creation and sustain, superior performance, free press, New York. - Gove(editor) Webster,(1981). third new international dictionary, merrian, Webster- inc, Massachusetts. - Sharif, navaz.(1985). The Evalution of technology Management Studies, New York, Elsevier Scinece.
- COOPEY. R, M UTTELY. G, spinardi, defence science Technology, adjusting to change, 1993) - fa.wikipedia.org. - Frances Stewart / Technology and Underdevelopment / The Mackmilan Press LTD/Second Edition / 1988/p1,P70.
- Kahn Jennifer; "nanotechnology"; National Geographic; June 2006; 98-119.
- Roco, Mihail, Bainbridge, William Sims, 2003; "Converging Technologies for Improving Human Performance"; Kluwer Academic Publishers.
- www.unctad.org.
- www.undp.org.
- www.unesco.org.
- www.worldbank.org.
- www. wikipedia.org
- www. youngfuturist.com
- www.nanodetails.com