

ارائه الگوهای موفق جهت تحقیقات و همکاری دانشگاه و صنعت در توسعه فناوری

منوچهر منطقی^۱ و محمد حسین سلیمی^۲

۱. گروه مدیریت و صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۲. دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

چکیده: همکاری صنعت و دانشگاه بدون شک یکی از زمینه‌هایی است که در همه کشورها مطرح است. محققان زیادی در باره الگوهای همکاری دانشگاه و صنعت در حال تحقیق و بررسی هستند. یکی از الگوهای مطرح شده در این زمینه الگویی است که بتز (BETZ) آن را در سال ۱۹۸۷ ارائه کرده است. در این مقاله کارکرد این الگو در یک تحقیقات میدانی که در کشورهای چین و کره شمالی به عمل آمده، ارزیابی شده است و با توجه به نتایج مثبت آن سعی شده تا این الگو برای ایران تطبیق داده شود. این الگو در چند پروژه تحقیقاتی مشترک بین دانشگاه و صنعت پیاده‌سازی است که نتایج مثبتی به همراه داشته است. در انتهای مقاله یکی از تحقیق‌های مشترک بین دانشگاه و صنعت که نتایج آن کاملاً مثبت بوده است، تحلیل شده است.

واژه‌های کلیدی: تحقیقات، توسعه، فناوری، صنعت و دانشگاه.

۱. مقدمه

تاریخ معاصر بیانگر پیشرفت‌های اقتصادی ناشی از توسعه فناوری بوده است و به بیان دیگر، میان فناوری و توسعه اقتصادی رابطه تنگاتنگی وجود دارد. امروزه، بحث اقتصاد مبتنی بر دانش یا دانایی یا اقتصادی که موتور محرکه آن دانش است، در توسعه اقتصادی بحث جدیدی است. سهم عمده‌ای از ایجاد فناوری ناشی از همکاری دانشگاه و صنعت است.

در هر کشور الگوی خاصی از همکاری دانشگاه و صنعت وجود دارد که به نظام ملی آموزشی و نیز شاخصه‌های فرهنگی و اجتماعی آن کشور وابستگی کاملی دارد. با توجه به تعریف چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران با شالوده اقتصاد دانایی محور، ناگزیر از همکاری نزدیک و مستمر بین دانشگاه‌ها و صنعت کشور برای ایجاد و توسعه فناوری‌های دانش محور هستیم. در این مقاله تلاش شده است تا یکی از این الگوها ارائه شود.

۲. تحقیقات و توسعه فناوری

مراکز تحقیق و توسعه بر حسب دانش محققان آنها و نیز سازمانی که به آن وابسته هستند؛ یعنی بنگاهی، دانشگاهی و دولتی و همچنین، سطح فناوری کشورهایی که در آن قرار دارند، یکی از چند وظایف مهم زیر را انجام می‌دهند [۱]:

- توسعه فناوری انتقال یافته
- بومی سازی فناوری‌های جدید
- ایجاد فناوری‌های جدید
- توسعه فناوری‌های دانش پایه (لبه فناوری)

۳. طبقه‌بندی انواع تحقیقات

در خصوص تقسیم‌بندی انواع تحقیقات نظریه‌های مختلفی وجود دارد. سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه در سال ۱۹۷۴ تعریف زیر را توسط فرامان در گزارش "ارزیابی فعالیت‌های علمی و فنی" ارائه داده است. طبق طبقه‌بندی فرامان فعالیت تحقیق و

توسعه در سه گروه مشخص جا می‌گیرد [۲]:

- تحقیقات پایه‌ای
- تحقیقات کاربردی
- توسعه تجربی

۳.۱. تحقیقات پایه‌ای

تحقیقات پایه‌ای یا بنیادی یا ناب کاوش‌های اصیل و جدید است و هدف اصلی آن گسترش بیشتر مرزهای دانش یا فهم کامل‌تر از موضوعات مورد مطالعه است. تحقیقات پایه‌ای به دو نوع تحقیقات محض و تحقیقات استراتژیک تقسیم می‌شود.

تحقیقات محض: تحقیقات پایه‌ای است که به دلیل کنجکاوی و به منظور گسترش دانش و بدون توجه به نتایج اقتصادی و اجتماعی دراز مدت آن صورت می‌گیرد و کوشش مثبتی هم در استفاده از آنها در مسائل کاربردی به عمل نمی‌آید. این گونه تحقیقات معمولاً همراه با آموزش است و عملکرد اصلی تحقیقات آکادمیک در دانشگاه‌ها را تشکیل می‌دهد.

تحقیقات استراتژیک (جهت‌دار): تحقیقات پایه‌ای که به امید فراهم ساختن زمینه علمی لازم برای حل مسائل کاربردی جاری یا آتی انجام می‌شود. این گونه تحقیقات غالباً در مؤسسات پژوهشی و آزمایشگاه‌های دولتی یا وابسته به دانشگاه‌ها و نیز در بزرگترین شرکت‌های علمی صورت می‌گیرد و حدود ۵ تا ۱۰٪ از بودجه‌های R&D را به خود اختصاص می‌دهد [۳].

۳.۲. تحقیقات کاربردی

تحقیقات کاربردی یا عملی کاوش‌های اصیلی است که برای کسب دانش جدید و اساساً به منظور اهداف عملی خاص، کشف کاربردی یافته‌های تحقیقات پایه‌ای یا مسائل از پیش ساخته شده صورت می‌گیرد. این نوع تحقیقات عمدتاً توسط صنایع یا آزمایشگاه‌های مؤسسات دولتی و همچنین، نظام تحقیقات دانشگاهی انجام می‌شود [۳].

۳.۳. توسعه تجربی

توسعه تجربی که آن را پژوهش توسعه‌ای نیز خوانده‌اند، کار نظام‌مند مبتنی بر دانش موجود و حاصل از تحقیقات یا تجربه علمی است و عمدتاً به منظور بهبود یا تولید موارد جدیدی از مواد، محصولات و کالاهای ابزار و وسایل، خدمات، نظام‌ها یا روش‌ها، به انضمام طراحی توسعه فرایند و نمونه‌های مشابه انجام می‌شود. این تحقیقات را اکثر صنایع یا مؤسسات دولتی انجام می‌دهند و معمولاً بین ۸۰ تا ۹۰ درصد بودجه‌های تحقیقاتی را در این گونه صنایع مؤسسات دولتی به خود اختصاص می‌دهند [۳].

۳.۴. تقسیم بندی تحقیقات بر حسب سهم تحقیقات و توسعه

این نوع تقسیم بندی در سال ۱۹۹۱ در آمریکا پیشنهاد شده است. در این نوع تقسیم‌بندی اگر سهم تحقیقات زیاد باشد، آن را با R و اگر کم باشد، آن را با r نمایش می‌دهند و به همین ترتیب، در خصوص توسعه هم اگر سهم آن زیاد باشد، آن را با D و اگر کم باشد، با d نمایش می‌دهند. عناوین تقسیم‌بندی به شرح زیر است [۴].

۱. R&D توسعه‌ای (r کوچک D بزرگ r&D)

۲. R&D اصلاحی (R بزرگ و اغلب D بزرگ)

۳. R&D بنیادی (R بزرگ بدون D)

باید توجه داشت که فعالیت‌های تحقیقاتی در اغلب موارد، توسعه را نیز در پی دارد. این نکته به خصوص در زمینه تحقیقات صنعتی که حیات آن بر نوآوری بنا شده است، از اهمیت بیشتری برخوردار است. ارتباط میان تحقیق و توسعه را می‌توان تا حدودی شبیه به ارتباط بین اختراع و نوآوری دانست. تحقیق آن قسمت از کار را که در ارتباط با اختراع است پیش می‌برد، در حالی که توسعه دریافت و تبدیل آن به یک محصول تجاری است.

۳.۵. ویژگی انواع تحقیقات

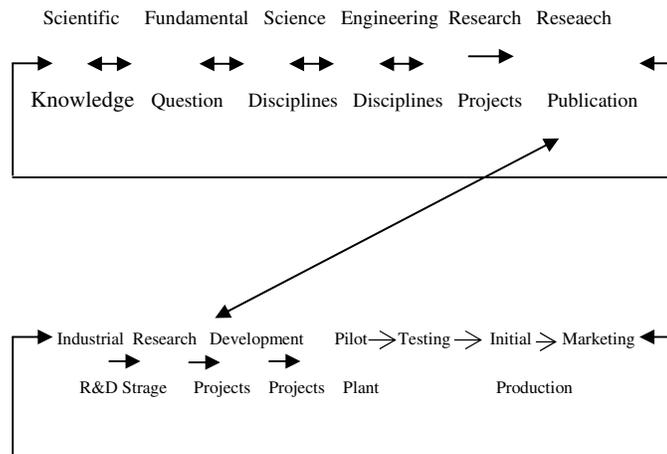
- انواع تحقیقات پایه‌ای، کاربردی و پژوهش توسعه‌ای دارای ویژگی‌های خاص هستند. ویژگی انواع این تحقیقات به شرح زیر است [۴]:
- ویژگی تحقیقات پایه‌ای را می‌توان بدین شرح خلاصه کرد:
- نخستین و مهم‌ترین ویژگی پژوهش بنیادی آزادی عملی است که پژوهشگر در گزینش موضوع مورد بررسی و چگونگی اجرای آن دارد.
 - این پژوهش معمولاً توسط دانشمندانی صورت می‌گیرد که خود اهداف پژوهش را مشخص می‌کند و تا حدود زیادی راساً کار خود را سازمان می‌دهند.
 - دستاوردهای تحقیقات پایه‌ای در بلندمدت حاصل می‌شود، بنابراین، باید از فشارهای منافع خاص، برخوردهای خشک و کنترلهای اداری آزاد باشد.
 - اساسی‌ترین ویژگی‌های تحقیقات کاربردی به شرح زیر است:
 - پژوهش‌های کاربردی، برخلاف تحقیقات پایه‌ای، تحت هدایت یک طرح برنامه‌ریزی شده، مقاصد عملی مشخص راهبردی شده و دستاوردهای مورد نظر مشخصی را هدف گرفته است.
 - پژوهش‌های کاربردی مهم‌ترین مرحله تکوین فرآورده‌ها، فرایندها یا نظام‌ها یا ایجاد انواع نوینی از آنها و به‌طور کلی، دستیابی به نتایج اقتصادی و بهره‌جویانه مشخص است.
 - پژوهش‌های کاربردی کارمجموعه‌ای از افراد یا تخصص‌های گوناگون است که در هماهنگی با یکدیگر طبق برنامه‌ها و روش‌های از پیش تعیین شده در راستای هدف، فعالیت می‌کنند.
 - اساسی‌ترین ویژگی‌های پژوهش توسعه‌ای را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:
 - محور کارها در این مرحله مهندسی است، در حالی که در مراحل پیشین کار اساساً به وسیله دانشمندان صورت می‌گیرد.
 - دستاوردهای پژوهش کاربردی از طریق آن مورد آزمایش‌های دقیق، نقادانه، ارزشیابی

۱۶۴ ارائه الگوهای موفق جهت تحقیقات و همکاری دانشگاه و ...

و اصلاح قرار می گیرد. بنابراین، این مرحله، مرحله بلوغ پژوهش است.
- به سبب هدف تجاری کردن دستاوردها، این مرحله معمولاً با ارزیابی بازار همراه است.

۴. مدل موفق برای مراکز تحقیقات

با توجه به مباحث مطرح شده، مدل شکل ۱ را می توان به عنوان مدل موفق مراکز تحقیقاتی ارائه کرد. این مدل را بتز در سال ۱۹۸۷ ارائه کرده است.



Source : F.Betz , 1987 , Preatice – Hall
,Englewood . Clitfs , Nj

شکل ۱. مدل موفق برای مراکز تحقیقاتی توسعه فناوری

در این مدل چند نکته مهم به چشم می خورد:
۱. برای تحقیقات موفق نخست باید استراتژی تحقیقات صنعتی مشخص شده باشد تا بر مبنای آن منابع محدود انسانی و مالی و منابع طبیعی و دیگر منابع را به صورت بهینه

برنامه‌ریزی کرد.

۲. نگرش تحقیقات حتماً باید به سمت جنبه های تجاری باشد. در غیر این صورت، تحقیقات یا مدت زمان طولانی ادامه خواهد داشت و به نتیجه ملموسی نخواهد رسید یا اینکه پس از رسیدن به نتیجه، ماحصل تحقیقات به کار گذاشته می‌شود.
۳. ارتباط دانشگاه و تحقیقات در این مدل به خوبی نشان داده شده است. بهترین نقش دانشگاه این است که در رشته های علوم و مهندسی تحقیقاتی را انجام دهد که نتایج حاصل از آن به مرحله تحقیقات صنعتی کمک کند؛ یعنی انتشارات پژوهشی در مراحل دیگر مانند توسعه پروژه‌ها، ایجاد نمونه در خط تولید آزمایشی و غیره کمتر از دانشگاه نقش مفیدی را انتظار داشت.
۴. در مراکز تحقیقاتی هر دو بخش تحقیق و توسعه با هم دیده شده است. پس از انجام تحقیقات نمونه‌های صنعتی تولید شده و آزمایش‌های مختلف روی آن انجام می‌شود و سپس، تولید اولیه و بازاریابی صورت می‌گیرد.
۵. در مدل بتز تحقیقات هنگامی به ایجاد فناوری منجر می‌شود که یک تولید در کنار آن باشد. بنابراین، از تحقیقاتی که به تولید منجر نمی‌شود، نمی‌توان انتظار ایجاد هر گونه فناوری را داشت.

۵. بررسی مراکز تحقیقات کشورهای چین و کره

مراکز تحقیقاتی کشور چین از آکادمی‌ها و انستیتوها تشکیل شده است. در آکادمی‌ها طراحی کل نظام انجام می‌شود که شامل اجزای زیر است:

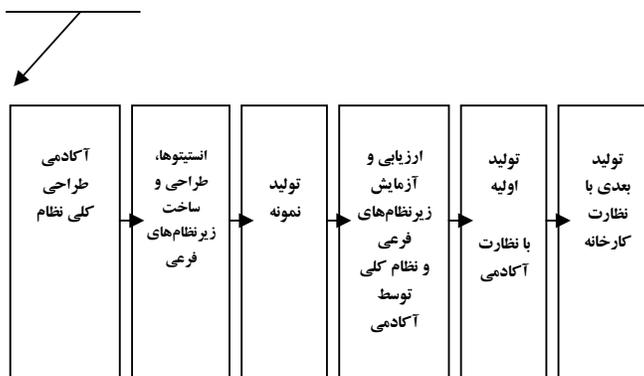
۱. طراحی کل نظام
۲. مطالعه عملکرد نظام
۳. مدل سازی ریاضی
۴. شبیه‌سازی به کمک مدل ریاضی
۵. تعیین مشخصات زیر نظام‌ها

۶. تعیین مشخصات نیازهای آزمایشی نظام و زیر نظام‌های فرعی

۷. تجزیه و تحلیل نتیجه آزمایش‌های زیر نظام‌های فرعی و نظام کلی

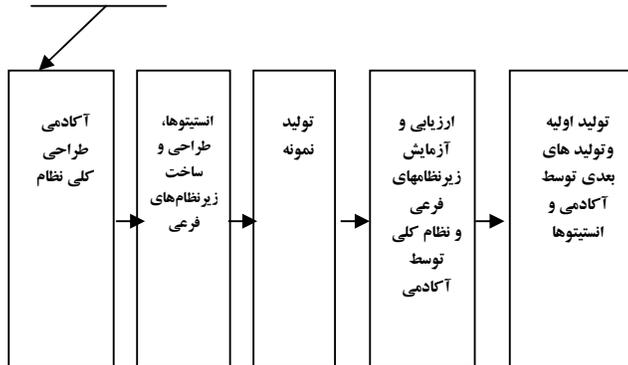
هر آکادمی دارای دانشگاه یا دانشگاه‌هایی است که دانشجویان در تخصص‌های خاص و مورد نیاز آن آکادمی مشغول تحقیق و تحصیل هستند. از این رو، ارتباط تحقیقات و دانشگاه در کشور چین به صورت طبیعی برقرار می‌شود. وظیفه انستیتوها ساخت زیر نظام‌های فرعی است. هر انستیتو در یک زیر نظام خاص تخصص دارد و با گرفتن مشخصات زیر نظام‌های فرعی، شرایط عملکردی و نیازهای آزمایشی آن از آکادمی، کار انستیتو برای طراحی و ساخت زیر مجموعه شروع می‌شود. زیر مجموعه‌ها در انستیتو ساخته و مشخصات عملکردی آنها تعیین و برای ارزیابی به آکادمی‌ها فرستاده می‌شود. آکادمی‌ها پس از ارزیابی زیر مجموعه‌ها، مجموعه کلی را می‌سازد و آزمون‌های عملکردی را انجام می‌دهد و در صورت مطلوب بودن برای ساخت به کارخانه سازنده آنها را واگذار می‌کند. نظارت بر ساخت مجموعه‌های اولیه تولیدی بر عهده انستیتوهاست و پس از تولید اولیه مسئولیت نظارت به کارخانه‌های سازنده منتقل می‌شود. از سال ۱۹۹۰ به بعد مسئولیت ساخت نیز به آکادمی‌ها و انستیتوها سپرده شده است و علت این امر خود اتکا ساختن مراکز تحقیقاتی از نظر تأمین بودجه است. تا قبل از این تصمیم کلیه بودجه‌های مراکز تحقیقاتی باید توسط دولت تأمین می‌شد، بدین ترتیب که آکادمی علاوه بر طراحی و ساخت نمونه‌های اولیه و آزمایش آنها وظیفه تولید مجموعه‌های بعدی را به عهده دارد. انستیتوها هم علاوه بر ساخت زیر مجموعه‌های اولیه، وظیفه ساخت زیر مجموعه‌های تولیدی را نیز بر عهده دارند. مدل مراکز تحقیقاتی کشور چین قبل از سال ۱۹۹۰ و بعد از آن در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

ارتباط با دانشگاه‌های زیر نظر
آکادمی و کشور



شکل ۲: مدل مراکز تحقیقات در کشور چین قبل از سال ۱۹۹۰

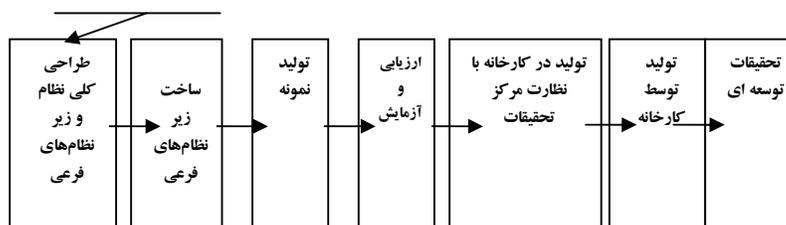
ارتباط با دانشگاه‌های زیر
نظر آکادمی و کشور



شکل ۳: مدل مراکز تحقیقات در کشور چین بعد از سال ۱۹۹۰

مدل مراکز تحقیقات کشور چین از همان مدل تحقیقات بتز تبعیت می‌کند، منتها در کشور چین با توجه به اینکه مراکز تحقیقاتی و تولیدی جدا از یکدیگر بوده‌اند، برای تجاری کردن نتایج تحقیقات وظیفه تولید را نیز به مراکز تحقیقاتی سپرده‌اند. چنانچه ملاحظه شد، مراکز تحقیقات کشور کره شمالی به صورت مراکز تحقیقاتی کاربردی و توسعه‌ای است. مراکز تحقیقاتی کاربردی شامل طراحی، ساخت و آزمایش نمونه است که پس از موفقیت در آزمون‌ها برای تولید به کارخانه داده می‌شود. در تولیدات اولیه مراکز تحقیقاتی بر کیفیت تولیدات کارخانه نظارت دارند و پس از آن کارخانه محصول را تولید می‌کند و تحقیقات توسعه‌ای آن را نیز انجام می‌دهد. از این رو، مرکز تحقیقات کشور کره را می‌توان به صورت شکل ۴ نشان داد.

ارتباط با دانشگاه‌های زیر
نظر آکادمی و کشور



شکل ۴: مدل مراکز تحقیقاتی کره

چنانچه ملاحظه می‌شود، مدل مراکز تحقیقات در کشور کره همان مدل مراکز تحقیقات در کشور چین قبل از سال ۱۹۹۰ است، با این تفاوت که آکادمی و انستیتو در هم ادغام شده است و تولید نمونه را خود مرکز تحقیقاتی انجام می‌دهد؛ به عبارت دیگر، مدل تحقیقاتی در کشور کره هم از مدل بتز پیروی می‌کند. با توجه به نیروهای مراکز تحقیقاتی در کشور کره که مرکب از دانشمندان و استادان دانشگاه‌ها، نیروهای نخبه فارغ‌التحصیل

دانشگاه‌ها و نیروهای نخبه کارخانه‌های تولیدی است، ارتباط با دانشگاه و نیروهای خبره کارخانه‌های تولیدی نیز برقرار است و از نتایج تحقیقات مهندسی و علوم در تولید فناوری به طور کامل استفاده می‌شود.

۶. مدل مناسب برای ایران

با توجه به مدل بتز و ساختار مراکز تحقیقاتی در کشورهای کره و چین، مراکز تحقیقاتی در ایران را می‌توان به صورت زیر پیشنهاد داد:

۶.۱. استراتژی تحقیقات صنعتی

برای شکل دادن مراکز تحقیقاتی باید جهت گیری صنعتی خود را و اینکه می‌خواهیم در کدام صنایع تا پایان چشم انداز ۲۰ ساله؛ یعنی سال ۱۴۰۴ در دنیا پیشرو باشیم، انتخاب کرد. برای ایجاد مراکز تحقیقاتی به سرمایه گذاری مالی و انسانی سنگینی نیاز داریم.

۶.۲. دیدگاه تجاری داشتن

کلیه مراکز تحقیقاتی باید بر روی محصولاتی تحقیق کنند که وارد بازار خواهد شد. با گذاشتن بنای کار بر این اصل تحقیقات ما هدفمند خواهد شد. پاره‌ای از تحقیقات را که جنبه بنیادی استراتژیک دارند می‌توان در دانشگاه‌ها انجام داد، اما آنها هم در نهایت، جهت گیری تجاری خواهند داشت، هر چند که به زمانی طولانی تر برای تحقیق نیاز دارند.

۶.۳. در هر مرکز تحقیقاتی باید بتوان تولید نمونه انجام داد

یکی از علل گرایش مراکز تحقیقاتی ما به تحقیقات دانشگاهی نبود مراکز تولید نمونه در خود مراکز تحقیقاتی یا در خارج از آن است. مراکز تحقیقاتی باید در درجه اول دارای توانایی تولید نمونه باشند و اگر هزینه ایجاد مراکز تحقیقات نمونه را ندارند، چند مرکز تحقیقاتی می‌توانند با هم یک مرکز تولید نمونه را ایجاد کنند. اگر چه بهره‌وری در حالت دوم به علت مشخصه‌های فرهنگی ایران - "کوچک زیباست" - ضعیف است، اما ایجاد

۱۷۰ ارائه الگوهای موفق جهت تحقیقات و همکاری دانشگاه و ...

مراکز تولید نمونه به هر دو شکل از ضروریات کار است.

۶.۴. استانداردهای آزمایش

برای آزمایش زیر مجموعه‌ها و مجموعه‌ها نیاز به استانداردهای آزمایش داریم. متأسفانه، ما در سطح مالی دارای استاندارد جامعی نیستیم و استاندارد لازمه بهبود است، برای تهیه استانداردها می‌توان به یکی از طرق زیر عمل کرد:

۱. تهیه استانداردهای آزمایش از کارخانه‌هایی که محصولات مشابه را می‌سازند. این کار از طریق بانک‌های اطلاعاتی در دسترس عملی است.
۲. استفاده از استانداردهای آزمایش نظامی MIL. این استانداردها به طور وسیع موجودند و تمام زیر مجموعه‌ها و مجموعه‌های صنعتی را در بر می‌گیرند. اگر چه سطح این استانداردها خیلی بالاتر از آن است که صنعت نیاز دارد، ولی از این استانداردهای نظامی می‌توان روش‌های آزمایش را استخراج و با ساده‌تر کردن شرایط آزمایش محدوده‌های آزمایش محصولات تجاری را نیز ایجاد کرد.

۶.۵. همکاری مستقیم مراکز تحقیقاتی صنعت و دانشگاه در زمینه فناوری

همان‌گونه که بحث شد نباید از دانشگاه‌ها انتظار تحقیقات توسعه‌ای داشت. در دانشگاه‌ها عمدتاً باید تحقیقات کاربردی را پایه‌گذاری کرد تا در بلند مدت پاسخگوی نیازهای فناورانه صنایع باشد. تحقیقات کاربردی بلند مدت عمدتاً متوجه طیف فناوری‌های پیچیده فکر طلب می‌شود که دانشگاه‌ها سنخیت بیشتری با آنها دارند.

در دانشگاه‌ها باید علاوه بر تربیت فارغ‌التحصیلانی که مهارت‌های آموزشی دارند، به تربیت فارغ‌التحصیلانی که مهارت‌های پژوهشی دارند نیز پرداخت و دانش‌آموختگان مهندسی در دانشگاه‌ها باید درک و مهارت‌های فناوری مناسب را در اختیار داشته و در باره روش و اهمیت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای کاملاً توجیه باشند. لازمه این کار این است که:

- در برنامه‌های آموزشی دانشجویان دوره کارشناسی بر طراحی و درک نظام‌های تولید

تأکید بیشتری شود.

- از مدرسان کمکی فعال در صنایع، که با فعالیت‌های جدید صنعتی آشنایی دارند، بیشترین بهره گرفته شود.
- دانشجویان را ترغیب کرد تا بخش بیشتری از وقت خود را در صنایع بگذرانند.
- امکانات کارگاهی و آزمایشگاهی دوره کارشناسی را توسعه داد.
- راههای دیگری که تجربه شده و موفقیت آمیز بوده‌اند، عبارت‌اند از:
 - وقت گذاشتن استادان در صنایع و رهبری یک پروژه فناورانه در صنایع به کمک نیروهای تخصصی منابع.
 - ایجاد آزمایشگاه‌های تخصصی (نیمه رسانا، مواد و غیره) توسط سازمان‌های دولتی در دانشگاه‌ها یا در کنار آن و متعهد کردن دانشگاه برای انجام دادن کار برای رفع نیازهای فناورانه آنها.
 - پژوهشکده‌های مشترک دانشگاه و صنعت که عمده آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های آن در صنعت و فقط دوره‌های نظری در دانشگاه باشد.
 - طراحی دوره‌های خاص دانشگاهی متناسب با نیازهای فناورانه صنایع.
- خوشبختانه، روز به روز دانشگاه‌های بیشتری به منظور دستیابی به منابع و اندیشه‌های تحقیقاتی به سوی صنعت روی می‌آورند. این روند باید تسریع شود. دانشگاه‌ها باید تلاش کنند که برای مشتریان بالقوه خود امکان دستیابی سریع به فعالیت‌های دانشگاه را فراهم کنند.

۶.۶. ساختار مراکز تحقیقاتی

ساختار تحقیقاتی که در ایران و اصولاً کشورهای جهان سوم پاسخ مثبت می‌دهد، تحقیقات در کنار صنعت است. برای اثبات این امر، تحقیقاتی روی اجزای تکنولوژیکی ماشین افزار، انسان افزار، اطلاعات افزار و سازمان مدیریت در ۵۳ مرکز فعال تحقیقات الکترونیک و اپتیک به عمل آمد. فرضیه‌ها در این تحقیق عبارت بودند از:

فرضیه ۱: سطح فناوری در مراکز تحقیقاتی که در کنار صنعت هستند، در مقایسه با مراکز تحقیقاتی که به صورت مستقل از صنعت اند، بالاتر است.

فرضیه ۲: سطح فناوری در مراکز تحقیقاتی که جدا از مراکز تولیدی اند، پایین است و آنها قادر به انتقال تولید به یک صنعت تولیدی نیستند.

نتایج تحقیقات مراکز منتخب در جدول ۱ برای مراکزی که تحقیقات در کنار تولید است و در جدول شماره ۲ که تحقیقات و تولید در آنها جدا از یکدیگر هستند، آمده است.

موسسه تحقیقات تکنولوژی	تحقیقات THIO				موسسه تولید تکنولوژی	تولید THIO				اجزای تکنولوژی مراکز
۰/۶۳۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۶۳	۰/۳۶	۰/۷۲۷۵	۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۵۸	صنایع اجزا دقیق
۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۸	۰/۹	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۹	۰/۹	۰/۷۲	۰/۷۲	صنایع قطعات
۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۷۴ ۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۵	الکترونیک تسلیحاتی
۰/۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۲۸۵	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۱۴	هسا
۰/۶۷۵	۰/۷۱	۰/۸۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۶۷۵	۰/۸۵	۰/۵۷	۰/۷۱	۰/۵۷	اپتیک و لیزر
۰/۶۳۵	۰/۸۲	۰/۶۴	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۶۹۵	۰/۶۷	۰/۷۸	۰/۵۵	۰/۷۸	اپتیک متعارف
۰/۷۲۵	۰/۸۹	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۹۵	۰/۷۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	کوبینگ

جدول شماره ۱: اجزای تکنولوژی تحقیقات و تولید در مراکزی که تحقیق و تولید در کنار یکدیگر است.

مؤسسه تحقیقات تکنولوژی	تحقیقات T H I O					مؤسسه تولید تکنولوژی	تولید T H I O				اجزای تکنولوژی مراکز
۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۵	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۷	۰/۶۶	۰/۱۷	پژوهش پردازش سیگنال	
۰/۴۱	۰/۳۳	۰/۵	۰/۶۷	۰/۱۷	۰/۲۹۲۵	۰/۱۷	۰/۵	۰/۳۳	۰/۱۷	پژوهش الکترونیک	
۰/۵۴	۰/۵	۰/۷۳	۰/۸	۰/۱۳	۰/۲۳۵	۰/۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۵۷	پژوهشکده دریایی	

جدول شماره ۲: اجزای فناوری تحقیقات و تولید در مراکز که تحقیق و تولید جدای از یکدیگرند.

با مقایسه فناوری تحقیقات در دو جدول ۱ و ۲ فرضیه اول و با مقایسه فناوری تولید در دو جدول ۱ و ۲ فرضیه دوم اثبات می‌شود.

با توجه به نتیجه تحقیقات به عمل آمده ساختار مناسب برای مراکز تحقیقاتی در ایران به صورت زیر خواهد بود.

۷. ارائه یک نمونه از تحقیقات موفق انجام شده

با توجه به کمبود بنزین در کشور و تمرکز بر استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت در خودروها، تحقیقات مشترکی بین دانشکده فنی دانشگاه تهران و شرکت ایران خودرو برای تبدیل موتورهای با سوخت بنزینی به سوخت گاز طبیعی فشرده 1 (CNG) از سال ۱۳۸۲ آغاز شد. برای طراحی نرم افزار سیستم مدیریت سوخت 2 (EMS) موتورها برای سوخت گاز لازم بود که احتراق گاز در محفظه احتراق موتورها به صورت نرم افزاری شبیه‌سازی شود. این پروژه دارای ماهیت علمی بسیار پیچیده در زمینه‌های ترمودینامیکی، احتراق و

1 . Compressed Natural Gas
2 . Electronic Management System

شبیه‌سازی ریاضی بود.

۱.۷. تعیین استراتژی تحقیقات

با توجه به جدید بودن فناوری استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت در موتورها، این مرکز تحقیقات می‌توانست با توسعه فعالیت‌های خود در لبه فناوری قرار گیرد. لذا، استراتژی تحقیقات به صورت زیر تعریف شد:

- شبیه‌سازی موتورهای احتراقی موجود با سوخت گاز طبیعی
- طراحی موتورهای جدید پایه گاز سوز با فناوری روز
- توسعه تحقیقات و ارائه فناوری‌های جدید در این زمینه

۲.۷. تعریف پروژه‌های تحقیقاتی

در ابتدا برای رسیدن به فناوری‌های مختلف در موتورها با سوخت گاز طبیعی، یک مرکز تحقیقاتی در دانشکده فنی دانشگاه تهران با مشارکت شرکت ایران خودرو ایجاد شد و ۸۰ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری در زیر پروژه‌های مختلف آن شروع به تحقیق کردند.

۳.۷. تجهیز آزمایشگاه با هزینه صنعت

با توجه به نبودن زمینه تحقیقات یک مجموعه آزمایشگاه و مرکز طراحی با هزینه ایران خودرو و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت تشکیل شد. این روشی معمول در کشورهای پیشرفته است که برای رسیدن به فناوری‌های کلیدی مراکز آزمایشگاهی و تحقیقاتی را در سطح دانشگاه ایجاد، تغییر و پشتیبانی کنند.

۴.۷. نتایج به دست آمده

اولین پروژه که در استراتژی تحقیقات مشخص شده بود، پس از دو سال کار نتایج موفقی در پی داشت. می‌توان ادعا کرد مرکز تحقیقات ایجاد شده یکی از مراکز تحقیقاتی روز دنیا در زمینه سوخت گاز طبیعی است، کما اینکه یکی از مراکز تحقیقاتی اروپایی در زمینه

موتور، برای همکاری با آن مرکز ابراز تمایل کرده است.

مراجع

1. Niosi, j., Forth Generation R&D, Journal of Business Research , 45, (2) , 1999.
2. Frea Man C , OECD, 1974.
۳. حسن آقایی، پژوهش، جزوه آموزشی شماره ۲، تهران: سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران، مرکز تحقیقات خودکفایی ایران، معاونت مطالعات و تحقیقات، ۱۳۷۰، صص، ۱۲۰، ۱۹۰، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۱.
4. Philipe, A.Roussel, Kamal N.saad, Tamaran j. Erickson, Third Generation R&D, Noloc: No. pub, 1991.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۶/۱)