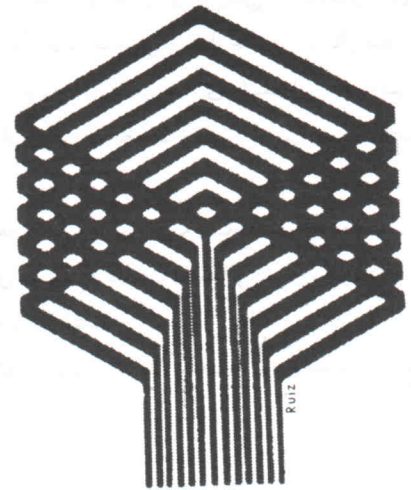


ارزیابی فعالیت و کارایی واحدهای تحقیق و توسعه (R&D) در صنایع ایران



مهدی کارگر راضی

عضو هیات علمی

سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران - مشهد

در شرکت‌های صنعتی ایران فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) سابقه‌ی چندانی ندارد. در این بررسی، تعدادی از واحدهای صنعتی با سابقه و نسبتاً فعال انتخاب شده و کارایی شیوه‌های مختلف تحقیقات در آنها مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج کلی نشان می‌دهد که ایجاد واحد مستقل تحقیق و توسعه (R&D) تا حدودی مورد توجه این واحدها بوده ولی از همکاری تحقیقاتی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی استقبال چندانی نمی‌شود. عوامل محدودکننده‌ی تحقیقات و دیدگاه‌های مدیران ارشد صنایع در جهت بهبود امر تحقیقات از دیگر نکات قابل بحث این بررسی است.

مقدمه

شرکت جوان GE در سال ۱۹۰۰ سازنده‌ی لامپ‌های الکتریکی برمبنای اختراع ادیسون بود. این لامپ‌ها از یک رشته‌ی زغالی با مقاومت زیاد ساخته می‌شد که با اختراعات بعدی از رده خارج شد. یکی از این اختراعات ساخت لامپ درخشان توسط والتر نرنست، شیمی‌دان آلمانی بود. لامپ ساخت او از یک رشته‌ی سرامیکی ساخته می‌شد که در دمای بالاتری تشعشع می‌نمود. پیشرفت بعدی ساخت لامپ بخار جیوه توسط پیتر کوپر هیویت امریکایی بود. در آن زمان GE هنوز کاری برای لامپ‌های جایگزین نکرده بود در حالی که رقیب اصلی یعنی جرج وستینگهاوس از کوپر هیویت پشتیبانی می‌کرد و حق امتیاز لامپ نرنست را هم به دست آورده بود. بنابراین، برای کسب قدرت رقابت، مرکز تحقیق و توسعه‌ی GE تأسیس شد.

وايز در خصوص اهمیت تاریخی ویتنی می‌گوید: «شاید او اولین دانشمندی نباشد که در صنایع آمریکا حتی در جنرال الکتریک استخدام شده است. افتخار لامپ برای توماس ادیسون و کار او همچنان باقی است. چون کار ادیسون اختراع بود. اما تلاش ویتنی یک حرکت پیش‌تازانه در صنعت امریکاست که به دانشمندی یک نقش و هویت جدید به نام پژوهشگر صنعتی اعطا نمود.»^[۱]

به این ترتیب بود که اولین مراکز R&D در صنایع به وجود آمدند. مؤسسات معروف دیگری پس از آن اقدام به ایجاد R&D نمودند، از قبیل:

در شرکت‌های صنعتی، تحقیق و توسعه (R&D) به عنوان بخشی از سرمایه برای تضمین قدرت رقابت فن‌آوری در بلندمدت محسوب می‌شود. هدف از اجرای طرح‌های تحقیقاتی، افزایش عمر محصول و کاهش هزینه‌های تولید است. پیدایش R&D در صنایع به مفهوم امروزی آن به شروع قرن بیستم برمی‌گردد. البته خدمات مهندسی به منظور بهبود محصول و فرایندها با استفاده از تخصص مهندسان با تجربه‌ی شاغل در صنایع، سابقه‌ی طولانی‌تری دارد. تا قبل از سال ۱۹۰۰ تجربه‌ی تحقیق در صنعت برای بهره‌گیری از فن‌آوری در راستای اهداف ویژه‌ی شرکت‌ها سابقه‌ی چندانی نداشته است. در سال ۱۹۰۰ شرکت جنرال الکتریک (GE) آمریکا یک استاد جوان دانشگاه MIT به نام «ویلیام آرویتنی» را استخدام کرد تا هفته‌ای دو روز برای این شرکت تحقیق کند. ویتنی استادیار شیمی مؤسسه‌ی فن‌آوری ماساچوست بود. مدیریت GE بر آن بود تا موفقیت فن‌آوری شرکت را با تأسیس یک آزمایشگاه تحقیقاتی تقویت نماید. ویتنی بعدها از MIT استعفا داد و مدیر یکی از اولین آزمایشگاه‌های تحقیقاتی صنایع در دنیا شد.

این رخداد یک الگوی نمونه محسوب می‌شد که دانشمند دانشگاهی تازه فارغ‌التحصیل وارد تحقیقات صنعتی شود و به این ترتیب الگوی «فن‌آوری علمی» از طریق فرایند تحقیقات صنعتی بنیاد گذاشته شد.

ب) تنوع محصولات: با توجه به اینکه در این بررسی دیدگاه‌های کلی تحقیق و توسعه مورد نظر بوده بنابراین صنعت خاصی مد نظر نبوده بلکه صنایع مختلف از گروه‌های ماشین‌سازی، شیمیایی، غذایی، الکتریکی، لاستیک، لوازم منزل، قطعات و غیره در بررسی حاضر وارد شدند.

ج) فعالیت تحقیق و توسعه: صنایع با توجه به سابقه، نوع محصول و ظرفیت تولید در حدی هستند که فعالیت تحقیقاتی در آن وجود دارد و یا اینکه وجود آن مورد نیاز است.

از بین نمونه‌های انتخاب شده تعداد ۳۵ واحد به این تحقیق پاسخ دادند.

نتایج به دست آمده

الف) فعالیت تحقیق و توسعه

شرکت‌های مورد بررسی اغلب دارای فعالیت تحقیقاتی بوده و ۷۵ درصد دارای واحد تحقیق و توسعه هستند. این واحدها اکثراً زیر نظر مدیر عامل کار می‌کنند. حدود ۱۲ درصد از صنایع مدیر مستقل برای واحد تحقیق و توسعه‌ی خود دارند و مابقی فعالیت‌های تحقیقاتی را تحت نظر مسوول آموزش، مدیر کنترل کیفیت، یا مدیر کارخانه انجام می‌دهند. ۲۵ درصد از شرکت‌ها هیچ‌گونه فعالیت تحقیقاتی در درون شرکت ندارند و در بعضی موارد از خدمات تحقیقاتی بیرون از شرکت استفاده می‌کنند.

ب) نیروی انسانی

شرکت‌های تولیدی موفق معمولاً تعدادی از نیروهای خلاق و با انگیزه‌ی خود را در بخش تحقیقات به کار می‌گیرند. افراد شاغل در یک واحد R&D غالباً دارای مهارت و استعداد‌های برجسته‌ای هستند. آنها در حین تحصیل و یا آموزش آموخته‌اند که به‌طور خودجوش کار کنند و از خود ابتکارات قابل توجهی بروز دهند.

بر اساس یک تعریف، دانشمندان تازه‌کار افراد بی‌خاصیتی هستند که نیاز به آموزش دارند. این آموزش‌ها بتدریج موجب تقویت مفاهیم علمی و پیدایش خصلت نوآوری در آنها می‌شود. افراد در حین تحصیل، زمان قابل توجهی را صرف آموختن دانش متداول می‌کنند. اما این افراد با وجود تحصیلات، هوش و سابقه‌ی علمی هنوز قابلیت کارهای اساسی را ندارند. بنابراین، تحصیلات و شایستگی‌های علمی نشانه‌های اولیه برای شناسایی عناصر نوآور و توانا در بخش R&D است. البته، افرادی نیز هستند که با وجود نداشتن تحصیلات زیاد، به نوآوری و اختراعات قابل توجهی دست زده‌اند که اینها سرمایه‌های ارزشمند یک بخش صنعتی به شمار می‌روند. نسبت نیروی انسانی شاغل در بخش R&D نسبت به کل کارکنان و سطح تحصیلات آنها شاخص‌هایی هستند که وضعیت R&D

آزمایشگاه‌های Bell، شرکت AT & T و Dupont. مرکز تحقیق و توسعه‌ی جنرال الکتریک همچنان در نیویورک فعال است. در سال ۱۹۸۲ این مرکز ۲۱۰۰ نفر محقق استخدام کرد و بودجه‌ای معادل ۱/۵ میلیارد دلار هزینه نمود. این مبلغ به میزان ۴۸ درصد از سرمایه‌ی شرکت و مابقی از محل قراردادهای خارج از شرکت تأمین گردید. شرکت GE که با نام «شرکت لامپ الکتریکی ادیسون» در سال ۱۸۷۸ شروع به کار کرده بود، با این تحول ۱۲ میلیون دلار سود برد. نتایج ایجاد R&D در آن صنعت چنین گزارش شده است:

۱- افزایش کارایی نیروی کار معادل ۱۸۰۰ درصد (کاهش تعداد کارگران از ۲۱۵ نفر به ۱۲ نفر)؛

۲- افزایش ظرفیت تولید معادل ۳۰۰۰ درصد (انجام دادن کار سه ماه در مدت سه روز)؛

۳- افزایش میزان بازگشت سرمایه معادل ۱۵۰۰ درصد (برگشت سالانه ۲/۴ میلیون دلار به جای ۰/۱۶ میلیون دلار به ازاء ۲۰ میلیون دلار سرمایه گذاری).

رویکرد جهان صنعتی به سمت تحقیق و توسعه در آستانه‌ی قرن بیست و یکم نشان از ضرورت اثربخشی هرچه بیشتر این حرکت علمی و اقتصادی دارد. با توجه به افزایش رقابت‌های بین‌المللی در زمینه‌ی تجارت فن‌آوری فرایند انتقال دانش دستخوش پیچیدگی‌های بیشتری شده است. بنابراین، ضرورت دارد کشورهای در حال توسعه، نظیر ایران، که تحت فشارهای مضاعف و فن‌آورانه قرار دارند با بهره‌گیری از تجارب مشابه و تکیه بر توانایی‌ها و ویژگی‌های خود نظام مناسب R&D را طراحی نمایند.

با وجود کمی قدمت و تجربه‌ی صنایع ایران در امر تحقیق و توسعه‌ی صنعتی، پس از انقلاب اسلامی گرایش و اقبال خوبی به R&D نشان داده شده است. با هدف ارزیابی موقعیت R&D در شرکت‌های تولیدی، تحقیقی در میان گروهی از صنایع کشور به عمل آمد. رویکرد اصلی این بررسی شناسایی میزان فعالیت‌های R&D در واحدهای صنعتی با توجه به شرایط اقتصادی کشور است. در تکمیل این بررسی به مطالعه‌ی کیفی دیدگاه‌های مدیران تحقیق و توسعه‌ی بخش صنعت پرداخته شده و طی آن اهمیت و درجه‌ی ضرورت، مشکلات و موانع تحقیقات صنعتی مورد توجه قرار گرفته است.

شیوه‌ی بررسی

در این تحقیق میدانی تعداد ۵۷ واحد صنعتی و شرکت تولیدی با روش نمونه‌گیری تصادفی با توجه به ویژگی‌های زیر انتخاب شدند:

الف) پراکندگی جغرافیایی: واحدهای مورد نظر از مناطق مختلف صنعتی کشور انتخاب شدند.

جدول ۱- متوسط تعداد کارکنان واحد صنعتی و نیروهای شاغل در تحقیق و توسعه.

سطح تحصیلات	دکتر	فوق لیسانس	لیسانس	فوق دیپلم	دیپلم	زیر دیپلم	جمع
نیروی انسانی							
کارکنان شرکت	۵/۵	۷/۴	۵۴	۲۱/۱	۱۶۲	۲۳۰	۴۷۵
کارکنان تحقیق و توسعه	۵/۳	۵/۵	۱۲/۲		۱		۱۹

کرده است. آلمان و امریکا به ترتیب رتبه‌ی دوم و سوم را داشته‌اند. در این سال ژاپن ۲/۹۸ درصد، آلمان ۲/۸۸ درصد و امریکا ۲/۸۲ درصد از تولید ناخالص ملی خود را صرف R&D کرده‌اند. از ۶۳/۹ میلیارد مارک هزینه‌ی تحقیقات در آلمان در سال ۱۹۸۹، ۴۰/۴ میلیارد مارک را شرکت‌ها و صنایع خصوصی، ۲۱/۸ میلیارد مارک را دولت و بقیه را سازمان‌های خصوصی آلمانی تأمین کرده و سالانه بر بودجه‌ی تحقیقات خود افزوده‌اند. کشور آلمان در سال ۱۹۹۴ حدود ۷۰ میلیارد مارک صرف طرح‌های تحقیقاتی کرده است.^[۳]

در برنامه‌ی اول توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور پیش‌بینی شده بود که معادل ۶ درصد از درآمد ناخالص ملی به تحقیقات اختصاص یابد ولی در عمل در پایان برنامه این میزان کاهش یافت. در پایان برنامه‌ی دوم نیز رسیدن به حد نصاب ۱/۵ درصد پیش‌بینی شده که ۵۰ درصد توسط دولت و مابقی توسط بخش خصوصی تأمین گردد. اگر چه این رقم در مقایسه با کشورهای مشابه چندان بالا نمی‌باشد اما در صورت تحقق آن قطعاً می‌تواند تحول چشمگیری در سرمایه‌گذاری تحقیقاتی تاریخ کشور تلقی شود.

در تحقیق به عمل آمده، متوسط هزینه‌های صرف شده در امر تحقیق و توسعه در سه سال مورد بررسی به ترتیب در جدول شماره‌ی ۲ برآورد شده است.

چنانچه آمار فوق را خوشبینانه در نظر بگیریم، هزینه‌های آموزش و تحقیق در صنایع در حد مطلوبی است با این توضیح که اثربخشی این سرمایه‌گذاری در عمل پایین است.

د) همکاری‌های تحقیقاتی خارج از شرکت

در صنایع ایران، حتی واحدهایی که دارای سابقه‌ی دیرینه و ظرفیت بالای تولیدی هستند، رغبت کمی نسبت به ایجاد واحد تحقیق و توسعه در درون صنعت داشته‌اند. در این‌گونه موارد استفاده از امکانات تحقیقاتی

جدول ۲- متوسط هزینه‌ی آموزش و تحقیق در واحدهای صنعتی.

سال مالی	هزینه‌ی آموزشی (ریال)	هزینه‌ی تحقیق و توسعه (ریال)
۱۳۷۱	۲۹/۰۰۰/۰۰۰	۸۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۳۷۲	۳۱/۰۰۰/۰۰۰	۱۲۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۳۷۳	۳۴/۰۰۰/۰۰۰	۱۳۰/۰۰۰/۰۰۰

را تا حدودی بیان می‌کند. با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده تعداد کل کارکنان و نیروهای فعال در بخش R&D شرکت‌های مورد بررسی به تفکیک سطح تحصیلات در جدول شماره‌ی یک نشان داده شده است. این بررسی نشان می‌دهد که حدود ۴ درصد از کارکنان به نوعی در فعالیت‌های R&D شرکت نقش دارند. به طور کلی، اطلاعات جدول بیانگر این واقعیت است که واحدهای صنعتی عموماً به کارکنان با تحصیلات کمتر متکی هستند، به گونه‌ای که این گروه بیش از ۸۰ درصد کارکنان را شامل می‌شود، در مقابل ۱۲ درصد از افراد دارای مدارک لیسانس به بالا هستند که غالباً مشاغل مدیریتی را اشغال می‌نمایند. این ترکیب در واحدهای کوچک و متوسط از این حد نیز کمتر می‌باشد. بررسی نشان می‌دهد کارکنان تحصیل کرده‌ای که توانایی و قابلیت فعالیت علمی تحقیق و نوآوری داشته باشند بندرت در صنایع یافت می‌شوند و اصولاً به کارگیری دانشمند و پژوهشگر در صنایع کشور به عنوان یک سرمایه‌گذاری تلقی نمی‌شود. بدیهی است تحقق این مهم نیاز به فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی جدی‌تری دارد.

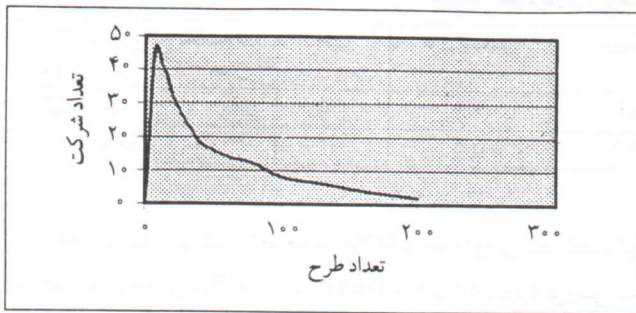
ج) هزینه‌های تحقیقاتی

سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه در کشورهای پیشرفته در سال‌های اخیر سیر صعودی داشته است. بررسی انجام شده نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در طرح‌های تحقیقاتی دارای آهنگ بازگشتی معادل ۳۰ درصد برای شرکت‌ها بوده است در حالی که این میزان برای جامعه به مراتب بیشتر می‌باشد. یک شرکت قبل از سرمایه‌گذاری در R&D ملاحظاتی از قبیل اندازه‌ی شرکت، سطح فن‌آوری شرکت، دسترسی به منابع مورد نیاز R&D، وضعیت رقابت در بازار و نیاز به فعالیت‌های تحقیقاتی را مورد توجه قرار می‌دهد.^[۲]

میزان سرمایه‌گذاری تحقیقاتی در کشور امریکا در سال ۱۹۸۳ معادل ۱۳۲ میلیارد دلار بوده است. نکته‌ی قابل توجه میزان سرمایه‌گذاری در بخش خصوصی در R&D است. در سال ۱۹۸۱، معادل ۴۱ تا ۴۹/۵ درصد از فعالیت‌های R&D در سه کشور امریکا، انگلستان و فرانسه توسط شرکت‌های صنعتی خصوصی تأمین مالی شده است. این نسبت در کشورهای آلمان غربی و ژاپن بین ۵۷ تا ۶۲ درصد بوده است. ژاپن در سال ۱۹۸۹ بیشترین هزینه را در زمینه‌ی تحقیقات صرف

جدول ۳- موارد استفاده از خدمات تحقیقاتی خارج از شرکت (درصد).

مورد	اقدام شده	در جریان	موافق نیست
قرارداد تحقیقاتی با دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی	۲۵	۳۷	-
استفاده از خدمات محققان منفرد	۵۰	۱۳	۱۲
ایجاد مراکز تحقیقاتی صنایع همگن	-	۲۷	۱۱
قرارداد تحقیق و توسعه با خارج از کشور	۱۲	۵۷	۱۷



شکل ۱- توزیع تعداد طرح‌های تحقیقاتی انجام شده بین سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳.

تحقیقات انجام گرفته از سوی واحدهای صنعتی، در زمینه‌ی اصلاح محصول و فرایند تولید موجود و طراحی محصول و فرایند جدید صورت گرفته است. تعداد کمتری از طرح‌های تحقیقاتی نیز در زمینه‌ی مهندسی معکوس و نوآوری در فن‌آوری‌های قبلی بوده است.

نحوه‌ی همکاری و ارتباط صنعت با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی

بیشترین ارتباط صنایع با دانشگاه، که شکل دائمی و منظم پیدا کرده، برنامه‌ی کارآموزی تابستانی دانشجویان در واحدهای صنعتی است.^[۵] از بین شرکت‌های بررسی شده ۱۲ درصد دارای طرح‌های مشترک با دانشگاه‌ها یا مراکز تحقیقاتی دولتی هستند. حدود ۳۸ درصد گاهی ارتباط داشته‌اند و ۵۰ درصد هیچ ارتباط تحقیقاتی با این مراکز نداشته‌اند. در زمینه‌ی به کارگیری کادر تحقیقاتی از دانشگاه‌ها یا مراکز تحقیقاتی ۸ درصد اقدام کرده‌اند، ۱۷ درصد به صورت موردی کادر تحقیقاتی را دعوت به کار می‌کنند و بقیه استفاده‌ای در این مورد نداشته‌اند. با توجه به ضعف امکانات پژوهشی در صنعت، استفاده از این تجهیزات در مراکز دولتی و دانشگاه‌ها مفید به نظر می‌رسد. ۶۵ درصد از شرکت‌های مورد بررسی از این امکانات هر از چند گاهی در قبال پرداخت هزینه استفاده کرده‌اند.

از جمله شیوه‌های نزدیکی دانشگاه و صنعت، مشارکت متخصصان صنعت در فعالیت‌های آموزشی است. این شیوه در بعضی از کشورهای در حال توسعه آثار مثبتی برجای گذاشته است. با توجه به ویژگی‌های دانشگاه‌های ایران این شیوه در کشور ما مرسوم نیست. دانشگاه‌ها از امکانات و تجهیزات موجود در صنایع که بعضاً منحصر بفرد هستند، برای امور تحقیقاتی یا آموزش دانشجویان استفاده می‌نمایند. حدود ۴۸ درصد از صنایع به این نوع ارتباط به صورت موردی پاسخ مثبت داده‌اند. در همین خصوص، حدود ۳۸ درصد به همکاری‌های نامنظم اقدام نموده‌اند و مابقی فعالیت خاصی نداشته‌اند.

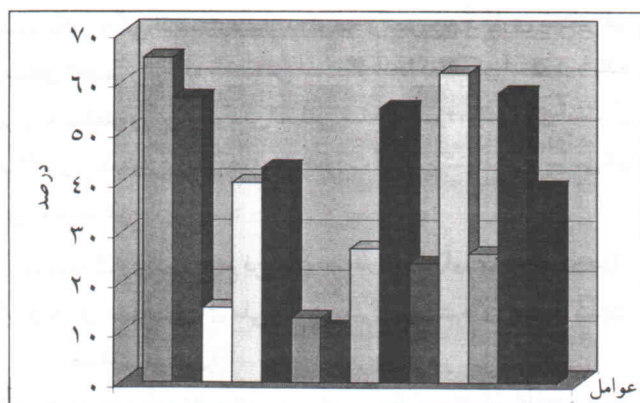
بیرون از شرکت راه مناسبی برای ارتقاء موقعیت فن‌آورانه خواهد بود. نتیجه‌ی بررسی درخصوص عقد قرارداد تحقیقاتی با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، استفاده از خدمات محققان منفرد و ایجاد واحد تحقیقاتی با صنایع همگن در جدول شماره ۳ ارائه شده است. به طور کلی، همکاری این دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در سطح مطلوبی قرار ندارند. شرکت‌ها تمایل دارند با محققان منفرد کار بکنند و بر آن هستند تا از دیوانسالاری مرسوم سازمان‌های دولتی پرهیز نمایند. همکاری مشترک و عقد قرارداد تحقیقاتی با خارج از کشور به دلیل وابستگی فن‌آورانه اکثر صنایع، همچنان دارای جاذبه است.

طرح‌های تحقیقاتی

تحقیقات نشان می‌دهد که شرکت‌های صنعتی در دوره‌ی مورد بررسی به طور متوسط ۷۲ طرح تحقیقاتی داشته‌اند. رقم فوق با توجه به ظرفیت و توانایی تحقیقاتی شرکت‌ها قابل توجه است. در مصاحبه با برخی از مدیران این واحدها مشخص شد که تلقی یکسانی از تعریف طرح تحقیقاتی وجود ندارد. به همین دلیل بعضی از صنایع هر نوع فعالیت هر چند کوچک را که برای بهبود وضع شرکت انجام شده است در این آمار منظور کرده‌اند. دامنه‌ی تغییرات تعداد طرح‌ها ۱۹۸ طرح است که بین ۲ تا ۲۰۰ طرح در نوسان قرار دارد.

بر اساس بررسی به عمل آمده، مدت زمان لازم برای انجام دادن طرح‌های تحقیقاتی را، ۷۸ درصد از پاسخگویان کمتر از یکسال، ۱۸ درصد تا یکسال و ۴ درصد تا دو سال اعلام کرده‌اند. اگر چه سرعت در انجام دادن تحقیقات یک شاخص مثبت به حساب می‌آید، اما برداشت کلی حاکی از آن است که فعالیت تحقیقاتی در جهت اجرای طرح‌های عمده و تعیین‌کننده جریان ندارد. تجربه‌ی واحدهای تحقیق و توسعه در کشورهای صنعتی نشان می‌دهد که متوسط زمان اجرای طرح‌های تحقیقاتی صنعتی که منجر به فن‌آوری می‌شوند ۳ سال است.^[۴]

میزان اعتباری که از فروش سالیانه‌ی این شرکت‌ها صرف تحقیق و توسعه می‌شود به طور متوسط ۲/۵ درصد است. این نسبت برای فعالیت تحقیقاتی مطلوب ۵ درصد تعیین شده است. البته، شرکت‌های موفق و پیش‌تاز در امر فن‌آوری در بعضی دوره‌ها تا ۲۰ درصد فروش در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری نموده‌اند.



شکل ۲- شرکت‌هایی که به عوامل محدودکننده‌ی تحقیقات نظر داده‌اند (درصد).

- ۲- عدم ثبات سیاست‌های اقتصادی و اجتماعی؛
 - ۳- عدم توانایی در استفاده از مهارت‌های داخلی شرکت؛
 - ۴- نبود ارتباط با مراکز تحقیقاتی داخلی؛
 - ۵- بی‌اعتمادی به توانایی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها؛
 - ۶- عدم امکان تجاری کردن نتایج تحقیقات دانشگاهی؛
 - ۷- مدیریت شرکت؛
 - ۸- ساختار مالکیت شرکت؛
 - ۹- عدم وجود فشار رقیب؛
 - ۱۰- کمبود بودجه برای تحقیق و توسعه؛
 - ۱۱- نبود سازوکارهای تشویقی؛
 - ۱۲- پرهزینه و کم‌نتیجه بودن تحقیقات؛
 - ۱۳- فقدان فرهنگ تحقیق و توسعه؛
 - ۱۴- دیوانسالاری و مشکلات ارتباط با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی.
- تقریباً تمامی شرکت‌ها معتقدند که سیاست‌های تعدیل اقتصادی موجب توجه و تمایل صنایع به تحقیق و توسعه شده است. میزان تأثیر عوامل مورد نظر، از دیدگاه شرکت‌های مورد بررسی در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

دیدگاه مدیران صنایع در زمینه‌ی توسعه‌ی فن آوری
با توجه به تحولات جهانی در آستانه‌ی قرن بیست و یکم و حرکت به

جدول ۴- میزان تأثیر عوامل توجه به R&D در شرایط تعدیل اقتصادی (درصد).

میزان	کم	زیاد	عوامل
-	۱۶	۸۴	گرانی فن آوری و مواد خارجی
-	۵	۹۵	مشکلات و موانع خرید خارجی
-	۸۰	۲۰	عدم همکاری طرف خارجی در فروش فن آوری
-	۶۵	۳۵	کفایت و توانایی مؤسسات تحقیق و توسعه‌ی کشور
-	۳۲	۶۸	توجه به تحقیق و توسعه به عنوان سرمایه گذاری
-	۲۸	۷۲	افزایش رقابت در بازار

ضرورت انجام دادن فعالیت تحقیق و توسعه در صنایع

در بررسی دلایل عمده برای تحقیقات صنعتی به عوامل مختلفی اشاره شده است. راه‌های تحقق این عوامل را در درجه‌ی اول تحقیقات توسط خود شرکت، در مرحله‌ی بعد استفاده از همکاری دانشگاه و مراکز تحقیقاتی و در نهایت خرید خدمات و دانش فنی خارجی دانسته‌اند. موضوعاتی که به عنوان اهداف R&D شناخته شده به ترتیب زیر اولویت‌بندی می‌شود:

- ۱- بهبود کیفیت محصول؛
- ۲- طراحی محصولات جدید؛
- ۳- بهینه‌سازی فرایند و روش تولید؛
- ۴- کسب سطوح قابل پذیرش ملی و بین‌المللی؛
- ۵- افزایش توانایی علمی و فنی در شرکت؛
- ۶- کاهش ضایعات؛
- ۷- جایگزینی مواد اولیه‌ی خارجی؛
- ۸- جذب فن آوری‌های وارد شده به کشور؛
- ۹- ایجاد خودکاری و افزایش ظرفیت تولید؛
- ۱۰- نوسازی تجهیزات و تکنیک‌های خط تولید؛
- ۱۱- سازگار نمودن تجهیزات و روش تولید با مواد و ترکیبات جدید؛
- ۱۲- بازیافت ضایعات؛
- ۱۳- کاهش مصرف مواد و قطعات؛
- ۱۴- جبران محدودیت‌های قانونی و ارزی برای استفاده از خدمات خارجی؛
- ۱۵- حفظ برتری در بازار و رقابت با سایر تولیدکننده‌ها؛
- ۱۶- کاهش هزینه‌های تولید؛
- ۱۷- نیاز به دانش فنی برای تولید محصولات جدید؛
- ۱۸- اطلاعات فنی و تجاری از بازارهای داخلی و خارجی؛
- ۱۹- افزایش سطح بهره‌وری و کارایی؛
- ۲۰- نمونه‌سازی و تولید نیمه‌صنعتی محصول جدید؛
- ۲۱- کاهش قیمت فروش محصول؛
- ۲۲- بهبود سیستم دفع فاضلاب؛
- ۲۳- عمل نکردن تعهدات طرف خارجی قرارداد فن آوری.

عوامل محدودکننده‌ی تحقیق و توسعه در صنعت

عوامل عمده‌ای که موجب عدم تمایل شرکت‌ها به سرمایه‌گذاری در تحقیقات و یا کاهش این فعالیت‌ها در شرکت و یا توسط تحقیقات قراردادی می‌شود به قرار زیر است. در شکل ۲، درصد شرکت‌هایی که این عوامل را مهم دانسته‌اند نشان داده شده است:

- ۱- مشکلات اقتصادی شرکت‌های صنعتی؛

سمت یکپارچگی اقتصادی، نیاز به توجه و سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه‌ی تحقیق و توسعه محسوس است. از آنجا که ممکن است در آینده ایران به معاهده‌ی تجارت بین‌المللی ملحق شود، ضروری است از هم‌اکنون برنامه‌ریزی‌های عمده‌ای صورت گیرد. پیشنهادهای اساسی در این زمینه به شرح زیر است:

- ۱- سرمایه‌گذاری در صنایع فن‌آوری بر و ارتقاء فن‌آوری صنایع موجود؛
- ۲- توسعه‌ی استانداردهای ملی و به‌کارگیری سیستم‌های تضمین کیفیت در واحدهای تولیدی؛
- ۳- افزایش سطح آموزش‌های فنی و آموزش کیفیت در کل نظام؛
- ۴- تلاش در جهت کاهش قیمت تمام‌شده‌ی محصول؛
- ۵- به‌کارگیری روش‌های نوین مدیریت و مهندسی صنایع؛

دیدگاه مدیران صنایع مورد مطالعه‌ی این تحقیق در زمینه‌ی هماهنگی و استفاده‌ی بهینه از امکانات و نیروهای تحقیقاتی کشور در جهت توسعه‌ی صنایع به شرح موارد زیر است:

- ۱- ایجاد مراکز تحقیقات ملی در تخصص‌های مورد نیاز کشور و سازماندهی محققان در این مراکز با هدف ارائه‌ی خدمات به صنایع؛
 - ۲- اولویت بندی موضوع‌های تحقیقاتی در صنایع؛
 - ۳- ایجاد مجتمع‌های ملی تحقیق و فن‌آوری و پارک‌های علوم و فن‌آوری با مشارکت دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و صنایع به‌منظور تلفیق دانش بنیادی با نیازهای کاربردی؛
 - ۴- فراهم کردن امکان حضور استادان دانشگاه در صنعت به مدت حداقل یک سال در قالب فرصت‌های مطالعاتی و غیره.
- ایجاد فرهنگ تحقیق و توسعه در صنایع، مشخص شدن راهبرد تحقیق و توسعه در کل صنعت، اشاعه‌ی فرهنگ تحقیق و توسعه از طریق برگزاری گردهمایی‌ها و دوره‌های آموزشی، تشریح منافع و مزیت‌های سرمایه‌گذاری در تحقیقات، اعمال سیاست‌های تشویقی در ایجاد واحدهای تحقیق و توسعه و حذف محدودیت‌های قانونی برای ترغیب صنایع در انجام دادن تحقیقات و حمایت دولت در شرایط بحران اقتصادی از پیشنهادهای دیگر مدیران صنایع مورد مطالعه است.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

تحقیق و توسعه در صنایع و بخش خصوصی کشور تاکنون موقعیت شایسته‌ای نیافته است. با هدف بهبود شرایط فعلی R&D برخی

پیشنهادها به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱- توسعه‌نیافتگی تحقیق و توسعه‌ی صنعتی ناشی از وضعیت سنتی صنایع در ایران، عدم فشار رقابت و نظام عرضه و تقاضای منطقی، نداشتن نقش در درآمد ملی ناشی از صادرات و فزونی تقاضای داخلی است. با اعمال سیاست‌های تعدیل اقتصادی، توجه صنایع به تحقیق و توسعه جلب شد. با این حال فراز و نشیب در سیاست‌های پولی و ارزی کشور، موجب بی‌ثباتی در سرمایه‌گذاری‌های صنعتی و در نتیجه فعالیت‌های R&D گردیده است. برای این منظور، ضروری است دولت با اعمال سیاست‌های مناسب و تشویقی صنایع را به ایفای نقش در این طریق هدایت نماید.

۲- در تصویب اعتبارات حمایتی

دولت توجه بیشتری به تحقیقات صنعتی معطوف شود. در سال‌های اخیر این دیدگاه در تبصره‌های بودجه و مقرراتی که اجرای طرح‌های صنعتی توسط دانشگاه‌ها را تشویق می‌کند تقویت شده است. با این حال،

فراهم‌کردن امکان سرمایه‌گذاری کشورهای صنعتی و کشورهای پیشرفته - که فاقد مطامع سیاسی می‌باشند - در بخش‌های صنعتی ایران موجب جذب فن‌آوری‌های جدید و ارتقاء سطح فن‌آوری موجود می‌شود.

لازم است راه‌های سهل‌تری را برای دخالت خود واحدهای صنعتی در تحقیقات جست. به عنوان مثال در صنایع بزرگتر با بیش از پانصد نفر کارکن، ایجاد واحد R&D را الزام نمود و در کنار آن، حمایت‌های قابل توجهی را در ابعاد آموزش، تجهیزات، تسهیلات مالی، معافیت‌های مالیاتی و غیره اعمال کرد. حمایت‌هایی از این نوع می‌تواند در جهت ترغیب صنایع کوچک و متوسط - که عموماً از قدرت مالی کمی برخوردارند - به انجام دادن فعالیت‌های تحقیقاتی در حد خودشان مؤثر واقع شود. صناعی که به کار تحقیقاتی اهتمام می‌ورزند بایستی از کمک‌های مالی مناسب برخوردار شوند. می‌توان به واحدهایی که رأساً فعالیت‌های پژوهشی دارند اجازه داد که دو در هزار فروش خود را مستقیماً صرف نمایند و درآمدهای حاصل از تحقیقات به‌طور کامل از شمول مالیات معاف شوند.

۳- تجربه‌ی برخی از کشورهای آسیایی نشان می‌دهد که توسعه‌ی صنعتی آنها با سرمایه‌گذاری شرکت‌های خارجی افزایش یافته است. فراهم‌کردن امکان سرمایه‌گذاری کشورهای صنعتی و کشورهای پیشرفته - که فاقد مطامع سیاسی می‌باشند - در بخش‌های صنعتی ایران موجب جذب فن‌آوری‌های جدید و ارتقاء سطح فن‌آوری موجود می‌شود. وجود واحد R&D فعال در چنین شرایطی زمینه را برای جذب فن‌آوری و مهارت‌ها فراهم می‌کند و باعث خواهد شد که

این فرایند به انتقال صنعت مونتاژ، همانند آنچه تاکنون وجود داشته است ختم نشود.

۴- نظام بانکی متأسفانه نقش چندانی در برنامه‌های توسعه‌ی فن‌آوری کشور ندارد و صرفاً در طرح‌های کوتاه‌مدت که برگشت سرمایه و سود را تضمین کند مشارکت می‌کند. در بررسی تجارب کشورهای موفق، بدون استثنا، حمایت‌های وسیع بانک‌ها و منابع مالی در امر تحقیقات و توسعه‌ی فن‌آوری مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد تصویب طرح‌ها و لوایحه‌ی که مشارکت و سرمایه‌گذاری بانک‌ها را در امر تحقیقات، انتقال و توسعه‌ی فن‌آوری ملزم نماید ضروری می‌باشد.

۵- بخش خصوصی طی چند سال گذشته تمایل خوبی برای حضور در تحقیقات نشان داده است.

شرکت‌های تحقیقاتی خصوصی که معمولاً توسط اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها یا متخصصان صنایع ایجاد شده است محل مناسبی برای مشارکت عمومی و کاهش بار

تحقیقاتی دولت است. ضروری است حمایت‌های مالی جدی برای تقویت و افزایش این مؤسسات به عمل آید. حمایت‌هایی از قبیل وام‌های کم‌بهره برای خرید تجهیزات و لوازم تحقیقاتی، اولویت در واگذاری طرح‌های دولتی به این مؤسسات، معافیت کامل مالیاتی و عوارض شهرداری برای محل آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مؤثر خواهد بود.^[۶]

۶- ارتباط دانشگاه و صنعت در کشورهای صنعتی از عمده‌ترین عوامل رشد تحقیقات صنعتی است. در ایران به دلیل بافت سنتی دانشگاه‌ها به لحاظ آموزش‌گرایی نسبت به پژوهش از یک طرف و از طرف دیگر عدم کشش و احساس نیاز به پژوهش در صنایع، این فرایند مورد استفاده‌ی مطلوب واقع نشده است. در سال‌های اخیر تمایلات دوسویه‌ای برای نزدیکی این دو آشکار شده است. اتخاذ شیوه‌های کارآمد و تسهیل مقررات و اعمال سیاست‌های تشویقی این حرکت ایجادشده را سرعت خواهد بخشید. برای ایجاد ارتباط نزدیک و اثربخش بین صنعت و دانشگاه‌ها اقدامات زیر مفید خواهد افتاد:

— کاهش دیوانسالاری و اجازه‌ی عقد قرارداد تحقیقاتی توسط استادان دانشگاه با صنعت در قبال پرداخت ۵۰ درصد از درآمد به دانشگاه به ازاء استفاده از امکانات و فرصت‌های دانشگاهی؛
— تشویق گذراندن فرصت مطالعاتی استادان دانشگاه در واحدهای

صنعتی؛

— امتیاز بیشتر برای پایان‌نامه‌های دوره‌های فوق‌لیسانس و دکترا که منجر به حل مشکلات صنعت شود؛

— فراهم کردن امکان حضور متخصصان صنعت در دانشگاه برای انتقال تجربیات عملی و کاربردی به دانشجویان؛

— ایجاد انگیزه‌های مالی بیشتر برای استادانی که به تحقیق می‌پردازند، به منظور کاهش بار آموزشی آنها در مؤسسات دیگر؛
— کمک‌های مالی وزارت صنایع به طرح‌های تحقیقاتی مشترک صنایع و دانشگاه؛

— ترغیب دانشگاه‌ها برای توسعه‌ای کردن طرح‌های تحقیقاتی انجام شده از طریق سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران برای انتقال به صنعت.

۷- برنامه‌ریزی برای ایجاد شهرک‌های

تحقیقاتی در فاصله‌ی نزدیک با شهرهای بزرگ با هدف توسعه‌ی تحقیقات کاربردی و صنعتی و انتقال فن‌آوری ضروری است. این شهرک‌ها بستر مناسبی را برای

ایجاد و رشد فعالیت‌های R&D ایجاد می‌کنند و موجبات بهره‌گیری بیشتر از توانایی‌های علمی محققان دانشگاهی و بخش خصوصی را فراهم می‌نماید. همچنین، توسعه‌ی مراکز آموزشی کاربردی در جوار صنایع و مراکز تحقیقاتی همگن با سرمایه‌گذاری مشترک شرکت‌های صنعتی می‌تواند به تحقق این هدف کمک کند.

توسعه‌نیافتگی تحقیق و توسعه‌ی صنعتی ناشی از وضعیت سنتی صنایع در ایران، عدم فشار رقابت و نظام عرضه و تقاضای منطقی، نداشتن نقش در درآمد ملی ناشی از صادرات و فزونی تقاضای داخلی است.

منابع

1. Wise, G.A. "New role for professional scientists in industry, industrial research at general electric 1900-1916", *Technology and Culture*, 12, pp. 329-339 (1980).
- ۲- بداوی، مایکل. «مسائل کلیدی در ایجاد پیوند بین صنعت، دانشگاه و دولت برای توسعه‌ی فن‌آوری در ایالات متحده‌ی آمریکا»، مترجم: محمد حسین سلیمی، تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۹۸۹.
3. *Science and Engineering Indicators*, National Science Board, Government Printing Office, Washington D.C. U.S. (1987).
4. Betz, F. *Managing Technology*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- ۵- گزارش ملی تحقیقات ۱۳۷۲، ویژه‌نامه‌ی فصلنامه‌ی رهیافت. تهران: شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۱۳۷۳.
- ۶- تحقیقات و خدمات مهندسی در بخش خصوصی. تهران: معاونت تحقیقات و آموزش وزارت صنایع، ۱۳۷۲.