

سازمان و مدیریت در فرایند تحقیق و توسعه

دکتر نظام‌الدین فیه

چکیده

در این مقاله، فرایند تحقیق و توسعه، مدیریت، سازمان، چگونگی هدایت و اجرای برنامه‌های آن، در پرتو آخرین یافته‌ها، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. ابتدا ماهیت فرایند تحقیق و توسعه از نظر می‌گذرد و به منظور تبیین آن چرخه عمر تکنولوژی و محصول مطالعه می‌شود. سپس سازماندهی، ترتیبات و تأثیرات آن در اجرای برنامه‌ها، چگونگی تخصیص منابع و نیز شیوه انتخاب و مدیریت طرح‌های تحقیق و توسعه، مورد تتبع قرار می‌گیرد. آنگاه روند آفرینشگری و نوآوری، اهمیت و جایگاه آن در فرایند تحقیق و توسعه، ارتباط خلاقیت با رهیابی در حل مسأله و نیز تدابیر و شرایط لازم برای رسیدن به این مهم، بررسی می‌گردد. متعاقباً عوامل مؤثر بر موفقیت و کامیابی طرح‌های توسعه، با تأکید ویژه بر هدایت و حساسیت مراحل آغازین برنامه توسعه، بویژه تأثیرگذاری چگونگی توصیف و انگاره محصول جدید، و عناصر سازنده توصیف موفقیت‌آمیز، مطالعه و تحلیل می‌شود.

مقدمه

یکی از مباحث عمده و اساسی در مسائل تکنولوژی و مدیریت صنعتی، موضوع تحقیق و توسعه است. تحقیق و توسعه، به مثابه قانونی، بذر نوآوریها را در مهد امکانات موجود می‌رویاند، جوانه تکنولوژیهای نوین را می‌پروراند؛ و در صورت برخورداری از مدیریت صحیح، بستر پیشرفتهای علمی - فنی را می‌گستراند و شکوفایی اقتصادی را به ارمغان می‌آورد.

تحقیق یا پژوهش، کاوش علمی در پی کشف و به‌کارگیری قوانین طبیعی، حقایق، روشها و فنون نوین است.^۱ هم پژوهشهای پایه و هم تحقیقات کاربردی، مطالعات و بررسیهای کانونمند و

قانونمند، متمرکز و منتظم، را در برمی‌گیرد که در جهت دانش و درک علمی جامعه‌تر از پدیده و موضوع مورد مطالعه، هدایت می‌گردد.^۲

پژوهشهای پایه یا تحقیقات محض، شامل مطالعات و بررسیهای بنیادی، نظری و یا تجربی است که دانش علمی را پیش برده و به آن توسعه می‌بخشد، لیکن کاربرد علمی بی‌درنگ و بلاواسطه نتایج را مستقیماً مطمح نظر قرار نمی‌دهد.^۳ به این ترتیب، اینگونه پژوهشها به ارتقای سطح دانش، جامعیت ادراک و فهم علمی در باب مسأله مورد بررسی، اختصاص می‌یابد و اگر چه در حالت کلی کاربرد عملی خاصی وجهه اهتمام نیست، در عین حال، می‌تواند، بالقوه یا بالفعل، مورد علاقه بنگاه‌های تجاری باشد؛ بویژه چنانچه انجام پژوهش توسط آنان تأمین اعتبار شده باشد.^۴

تحقیقات کاربردی، پژوهشهایی را شامل می‌شود که در جهت استفاده و به‌کارگیری دانش حاصل از نتایج تحقیقات پایه، می‌کوشد تا ابزار و وسائلی را بسازد، شرایطی را ایجاد کند یا موقعیتی را پدید آورد که بتواند در خدمت مقاصد عملی و یا اهداف بهره‌جویانه کار کند.^۵ بنابر این، پژوهشهای کاربردی به سوی کاربرد عملی علم و دانش سمت‌گیری می‌نماید و برای بنگاه‌های صنعتی و تجاری، مفهوم کشف و انکشاف دانش علمی نوین را با اهداف ویژه بازرگانی، از نظر فرآورده‌ها و فرایندها، مستفاد می‌دارد.^۶

توسعه نیز عبارت است از اقدامات لازم در تعیین بهترین شیوه‌ها و فنون برای فرآوردن فرایندهای نوین و محصولات جدید در منصفه تولید و یا خدمات نوظهور در عرصه عمل.^۷ توسعه شامل بهره‌گیری نظام‌مند از دانش علمی است در جهت تولید سودمند مواد، ابزار، دستگاه‌ها، یا روشها و نیز فعالیتهای طراحی، پرورش

و توسعه نمونه‌های اولیه و فرایندهای عملیاتی.^۸

تحقیق و توسعه، جریانی را تشکیل می‌دهد که در آن فعالیتهای پژوهشی برای رسیدن به هدفهای توسعه، برنامه‌ریزی و هدایت و اجرا می‌گردد. برای روشنتر شدن اهمیت و ماهیت فرایند تحقیق و توسعه، باید ابتدا موضوع چرخه عمر تکنولوژی و محصول^۹ را از نظر گذرانید.

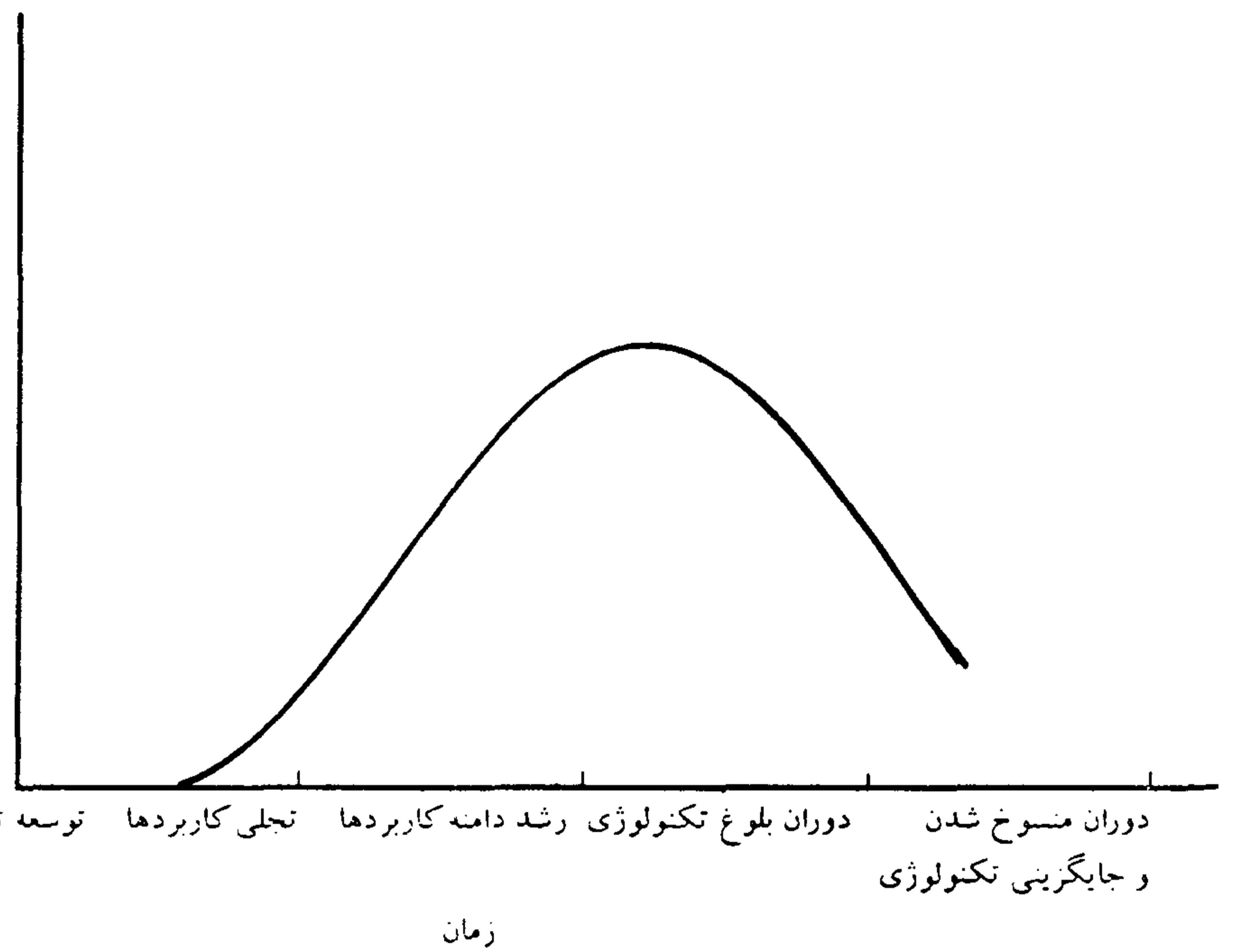
چرخه عمر تکنولوژی و محصول

یک محصول جدید در آغاز حیات خود را به عنوان تصور و اندیشه‌ای، در ارائه راه حل مسأله یا برآورد نیازی، یا در واکنش به یک ضرورت، آغاز می‌کند. تعیین و تشخیص نیاز، بر اساس تقاضای مشتری، کنش و تمایل بازار، کمبودها و نواقص در محصولات موجود، آرمان بهبود و تکامل فرآورده‌ها، و یا از طریق انجام پژوهشهای پایه و فعالیتهای تحقیق و توسعه، امکانپذیر می‌گردد.^{۱۰}

در گام بعد برنامه‌ریزی و یک سلسله فعالیتهای پیوسته مد نظر قرار می‌گیرد؛ مانند بازاریابی، بررسی امکان و عملی بودن تولید محصول، برگزیدن نوع محصول، تعیین مشخصات و ویژگیهای محصول، بررسی سودآوری محصول، مطالعات اولیه مربوط به شیوه‌های طراحی و تولید، استفاده‌ها و کاربردهای محصول، پیش‌بینی برنامه‌های خدمات آمایشی و پشتیبانی محصول، ارزیابی و تجدید نظر در برنامه و ارائه پیشنهاد نهایی. مضافاً پژوهشهای پایه و کاربردی، هماهنگ با نیاز مورد نظر و در جهت حل مسأله، هدایت می‌شود؛ روش تحقیق و نتایج پژوهش، در عملیات توسعه و طراحی محصول به کار گرفته می‌شود. در طراحی محصول، تمام مراحل طراحی از قبیل طراحی کلی، طراحی مقدماتی، طراحی جزئی و تفصیلی، محاسبات طراحی، توسعه مدل مهندسی و یا نمونه‌های اولیه، و چگونگی اجرای طرح در تولید، تهیه می‌گردد. آنگاه ملزومات تولید و یا ساخت محصول، مانند موازین و امور مدیریت کارخانه، مهندسی تولید و ساخت، کنترل تولید، کنترل کیفیت و عملیات تولید، تمهید می‌یابد. ارزیابی محصول نیز الزام‌آور است و به این منظور، معمولاً، طبقه‌بندی روشهای آزمایش و ارزیابی، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌ها، تهیه گزارش، عملیات اصلاحی و انجام آزمایشهای مجدد پس از اصلاحات، ضروری

است. نهایتاً، محصول به مرحله توزیع، مصرف و استعمال، استفاده از خدمات پشتیبانی و آمایش، تعمیرات و نگهداری، بهسازی، بازسازی، اسقاط، خروج از رده مصرف و دفع می‌رسد. سرانجام، یک فرآورده، فرایند، یا تکنولوژی مورد نظر از رده تولید و حیز انتفاع ساقط می‌گردد و جای خود را به محصول و تکنولوژی جدید می‌سپارد.^{۱۱}

هنگامی که صنعتی، مبتنی بر تکنولوژی جدید، شروع می‌شود، لحظه‌ای فرا می‌رسد که می‌توان آن را نقطه آغاز آن تکنولوژی تلقی نمود و این مقطعی از زمان است که تولید اولین اقلام کالا با برخورداری از طراحی یکسان و مشترک، عرضه می‌گردد. سپس اولین مرحله تکنولوژیک صنعت همانا توسعه تکنولوژی است که طی آن توسعه سریع تکنولوژی جدید به وقوع می‌پیوندد. در این مرحله انواع نمونه‌ها و شیوه‌های طراحی و تولید تجربه می‌شود. در هر تکنولوژی نوین، محصولات جدید و اولیه در نمونه‌های متنوع، با طراحیهای متفاوت، در شکلهای مختلف و با برخورداری از ویژگیهای گوناگون، ابداع می‌شود. سرانجام، پس از آزمایشها و تجربیات کافی، محدوده کلی امکانات عملی تولید مشخص می‌گردد. آنگاه تدبیر و قریحه مدیریتی، جنبه‌ها و مشخصه‌های برجسته هر نمونه را در یک طراحی واحد گرد هم می‌آورد تا در این پیوند، مدلی پدید آید که طراحی استاندارد تکنولوژی و تولید کالای مورد نظر را تشکیل دهد. متعاقباً این طراحی، عموماً الگو و معیار تولیدات قرار می‌گیرد و موجبات رشد بازار را در حجم وسیع فراهم می‌سازد. در واقع، از آغاز تجلی کاربردهای محصول و با نفوذ و رسوخ تکنولوژی در بازار و ایجاد بازارهای جدید، حجم بازار، رشد سریع و فزاینده‌ای را آغاز می‌کند؛ لیکن، پس از گذشت مدتی، آهنگ تغییرات، اصلاحات و ابداعات در آن محصول و تکنولوژی به کندی می‌گراید؛ حجم بازار به حد اعلا و اوج رواج خود می‌رسد و تکنولوژی در دوران بلوغ خود قرار می‌گیرد. در نهایت، آنگاه که تکنولوژی رقیب یا جایگزین رخ می‌نماید، این تکنولوژی بلوغ یافته، رنگ می‌بازد، از رواج می‌افتد، در رقابت با تکنولوژیهای رقیب رو به زوال و انحطاط می‌نهد و سرانجام منسوخ می‌شود. تغییرات حجم بازار را در برابر تحولات تکنولوژی، از ظهور تا سقوط، به عبارت دیگر چرخه عمر تکنولوژی را می‌توان مطابق شکل شماره یک به تصویر کشید.^{۱۲}



شکل شماره ۱ - تغییرات حجم بازار در برابر تحولات زمانی تکنولوژی (چرخه عمر تکنولوژی)

سازمان تحقیق و توسعه

در هر صنعت، اتخاذ تصمیم در مورد چگونگی سازماندهی و سرمایه‌گذاری برای امور تحقیق و توسعه، عموماً به عنوان بخشی از برنامه‌ریزی استراتژیک، به اهداف و سیاستهای کلی آن مؤسسه وابسته می‌گردد. چنانچه تولیدکننده‌ای بخواهد اولین عرضه‌کننده فرآورده‌ای باشد، معمولاً ناگزیر به تأمین، تجهیز و سازماندهی امور تحقیق و توسعه با هزینه نسبتاً گزاف خواهد بود و البته با هدایت صحیح برنامه‌های تحقیق و توسعه و پس از کسب موفقیت در دستیابی به تولید مورد نظر، این قبیل هزینه‌ها به بهترین وجه ممکن بازگشت و جبران می‌شود. اولین نمونه تاریخی فعالیتهای تحقیق و توسعه را می‌توان از شرکت جنرال الکتریک مثال آورد. در واقع تا پایان قرن نوزدهم میلادی، اهمیت و جایگاه تحقیق و توسعه در صنایع ناشناخته بود. اولین آزمایشگاه تحقیق و توسعه در شرکت آمریکایی جنرال الکتریک شروع به کار کرد. این شرکت ملاحظه کرده بود که ابداعات جدید، محصولات اصلی و منابع عمده درآمد شرکت را تشکیل می‌دهند. به همین لحاظ با از میان رفتن لامپهایی که از رشته‌کارین استفاده می‌کردند، این شرکت در سال ۱۹۰۰ میلادی، یکی از استادان دانشگاه «ام. آی. تی» را برای راه‌اندازی سازمان تحقیق و توسعه خود به همکاری دعوت کرد. این استاد نیز یکی از دانشجویان سابق خود را، که به تازگی با دریافت درجه دکترا از آلمان بازگشته و در دانشگاه «ام.

آی. تی» با حقوق سالیانه ۱۵۰۰ دلار (در سال ۱۹۰۵ میلادی) استخدام شده بود، با حقوقی دو برابر این مبلغ، به همکاری در آزمایشگاه تحقیق و توسعه شرکت جنرال الکتریک به کار دعوت کرد (بدعتی که هنوز هم برای دانشگاه‌های کشورهای توسعه یافته در جذب و حفظ اعضای موفق هیأت علمی، رقابت سختی تلقی می‌شود). مأموریت وی توسعه رشته لامپ تنگستن، در رقابت با رشته لامپ تانتالوم تعیین گردید، که در آلمان ساخته شده بود. پس از صرف اندکی بیش از پنج سال وقت و یک صد هزار دلار هزینه در سال ۱۹۱۱ میلادی، این فعالیت تحقیق و توسعه با موفقیت همراه شد، به گونه‌ای که تا سال ۱۹۲۰ میلادی دو سوم سود بیست و دو میلیون دلاری شرکت جنرال الکتریک متعلق به تولید این لامپها بود.^{۱۳} افزون بر آن، آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه شرکت جنرال الکتریک، نه تنها آن شرکت را همواره به عنوان یکی از پیشگامان اصلی تکنولوژی به شمار آورده بود، بلکه به عنوان تنها شرکتی شناخته شده است که در تاریخ ثبت اختراعات توانسته است بیش از پنجاه هزار اختراع را به ثبت برساند.^{۱۴}

مدیریت و سازمان تحقیق و توسعه در حصول توفیق در فعالیتهای توسعه، نقش اساسی به عهده دارد. فعالیتهای تحقیق و توسعه، به سه وجه عمده ممکن است با عدم موفقیت و ناکامی در تحقق هدفهای خود روبرو گردد: اول اینکه به دنبال علم ناب برود و به برنامه‌های تجاری شرکت یا صنعت مربوط به خود توجه نکند و فعالیتهای تحقیق و توسعه را پژوهشهای دانشگاهی انگارد؛ دوم اینکه صبر و استقامت کافی، بویژه در تأمین مالی طرحها و فعالیتهای تحقیق و توسعه نداشته باشد؛ سوم اینکه ارتباط بین فعالیتهای تحقیق و توسعه در یک طرف و کسب تجارت در طرف دیگر گسسته شود؛ به این ترتیب که ممکن است تحقیقات و حتی عملیات توسعه به نتایج مطلوب برسد، لیکن در به کارگیری به موقع این نتایج در فعالیتهای بازرگانی غفلت شود. بنابر این مدیریت و سازماندهی مؤثر امور تحقیق و توسعه، در به ثمر رسیدن این فعالیتهای، از اهمیت ویژه برخوردار است.^{۱۵}

سازماندهی و مدیریت مؤثر، همچنین می‌تواند بازدهی فعالیتهای تحقیق و توسعه را به گونه‌ای قابل توجه افزایش بخشد. بررسیها و مطالعاتی که اخیراً در صنایع متحول و پیشرو انجام گردیده، با مقایسه عملکرد و دستاوردهای تحقیق و توسعه آنها طی سی سال گذشته، این واقعیت را به گونه‌ای آشکار نشان داده

است.^{۱۶} بویژه سازماندهی و مدیریت کارگروهی، در پیشبرد فعالیتهای تحقیق و توسعه، معمولاً ضروری است و لذا موفقیت این فعالیتهای به توفیقات کارگروهی وابسته می‌شود.^{۱۷} به این لحاظ، ایجاد سیستم اطلاعاتی مناسب برای استفاده مدیریت و اعضای گروه از اهمیت بسیاری برخوردار است.^{۱۸} همچنین می‌توان از روشهای کنترل پروژه برای ارزیابی، نظارت و بازبینی مراحل اجرا و پیشرفت طرحهای تحقیق و توسعه بهره جست. به این منظور به کارگیری سیستمهای بازخور اطلاعات و نیز استفاده از روشهایی مانند تحلیل مسیر بحرانی و دیگر شیوه‌های ارزیابی و بازنگری پروژه، در غالب طرحهای تحقیق و توسعه صنایع جهان متداول است.^{۱۹} پژوهشهای انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که استفاده از روشهای مدیریت طرح، در برنامه‌های تحقیق و توسعه حائز اهمیت است و موجبات کاهش زمان انجام فعالیتهای توسعه، استفاده مؤثر از منابع و کاهش هزینه را فراهم می‌آورد.^{۲۰} پژوهشهایی که اخیراً انجام شده، نشانگر این واقعیت است که فعالیتهای تحقیق و توسعه در شرکتها و صنایع کوچک از بازدهی و توفیقات درخشانی برخوردار بوده و به هیچ وجه نباید تصور نمود که این قبیل موفقیتها ضرورتاً در صنایع بزرگ امکانپذیر است.^{۲۱} توجه به این نتایج برای کشورهای در حال توسعه امیدوارکننده و حائز اهمیت است.

چه در صنایع کوچک و چه در صنایع بزرگ، آنچه در بخش تحقیق و توسعه از اهمیت برخوردار است، به کارگیری مدیریت فعال و لایق، استخدام افراد زبده و ماهر، به کارگیری ذوق و قریحه مهندسی است که می‌تواند در توفیقات تحقیق و توسعه، نقشی اساسی داشته باشد.^{۲۲} همچنین تأمین امکانات و پشتیبانی لازم برای بخش تحقیق و توسعه، مانند تدارک اطلاعات، کتابخانه فنی و خدمات مربوط به اسناد و مدارک علمی و فنی، خدمات تحریر و نشر، تهیه ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز، تجهیزات کامپیوتری مورد لزوم، خدمات فنی، تکنیسین‌ها و افراد فنی، در به دست آوردن نتایج مطلوب، دخالت دارد. ارزیابی پیگیر و مستمر نسبت به عملکرد محققان و پژوهشگران و فعالیتهای بخش تحقیق و توسعه نیز، ضروری است.

برخی از معیارها برای سنجش کارایی بخش تحقیق و توسعه می‌تواند از این قرار باشد: نسبت هزینه‌های تحقیقات به سود، درصد درآمدهای ناشی از تولید محصولات جدید، سهم بازار

مربوط به محصولات جدید، ارتباط هزینه‌های تحقیقات با افزایش در میزان فروش، رابطه هزینه‌های تحقیقات با نسبت فروش محصولات جدید و قدیم، نسبت هزینه‌های تحقیقات به تعداد کارکنان، نسبت هزینه‌های تحقیقات به هزینه‌های عمومی (مانند هزینه‌های اداری و فروش)، حسابرسی هزینه‌های تحقیقات و استفاده از معیارهای حسابرسی.^{۲۳}

بسیاری از صنایع کوچک و متوسط که تولیدکننده محصولات برخوردار از چرخه عمر نسبتاً کوتاه هستند، بویژه در کشورهای در حال توسعه، سیاستهایی را در پیش می‌گیرند که بیشتر جنبه توسعه دارد و سهم تحقیقات در آن ناچیز است.^{۲۴} با پی بردن به اینکه یکی از رقیبان صنعت به موفقیت تحقیقاتی دست یافته باشد که بتواند به تولید منجر شود، صنعت دنباله‌رو از آن پیروی، و بلافاصله با به کارگیری مهندسی توسعه، در سطحی بسیار قوی و لایق، فعالیت توسعه را آغاز می‌کند تا بتواند همزمان با نوآورنده اصلی، محصول را به بازار عرضه کند. در مواردی که مشابه‌سازی و یا تطبیق فرآورده با شرایط و نیازهای خاص مورد نظر باشد، در این صورت حتی فعالیت توسعه نیز چندان گسترده نخواهد بود.^{۲۵} به این ترتیب، چنانکه قبلاً نیز اشاره رفت، چگونگی طراحی و هدایت سازمان تحقیق و توسعه به استراتژی و اهداف و برنامه‌های مؤسسه مورد نظر بستگی خواهد داشت و لذا سرمایه‌گذاری و هزینه‌های تحقیق و توسعه متناسب با آن صرف می‌شود.

به هر حال، آن دسته از صنایع بزرگ که در پی نوآوریها، هزینه‌های قابل توجهی صرف می‌کنند، معمولاً دو نوع فعالیت تحقیقاتی دارند: یک گرایش متشکل از افرادی که با برخورداری از تمایلات تحقیقات کاربردی به هر یک از واحدهای عمده صنعت وابسته هستند و دیگر، آزمایشگاه مرکزی که طیف وسیعتری از تخصصهای علمی را با چشم‌اندازی طویل‌المدت و دیرپای در بر می‌گیرد؛ به عنوان مثال در شرکت جنرال الکتریک، که قبلاً از آن سخن رفت، آزمایشگاه مرکزی حدود ده درصد از کل فعالیتهای تحقیقاتی را به خود اختصاص می‌دهد، لیکن تحقیقات این آزمایشگاه جنبه‌های کاملاً اساسی و بنیادی دارد. البته تخصصهای موجود در آزمایشگاه‌های مرکزی، به عنوان وظایف ثانوی، در حل مشکلات جاری واحدهای شرکت نیز در حدودی که هدفهای اصلی آنها را مختل نسازد، همکاری می‌کنند.^{۲۶}

تخصیص منابع در تحقیق و توسعه

غالب کشورهای پیشرفته صنعتی (مانند آمریکا، ژاپن و آلمان) به طور متوسط حدود ۲/۸ درصد تولید ناخالص ملی خود را برای امور تحقیق و توسعه صرف می‌کنند و مقدار قابل توجهی از کل هزینه‌های تحقیق و توسعه توسط دولت تأمین می‌گردد؛ به عنوان مثال در کشور آمریکا، حدود نیمی از وجوه مورد نیاز تحقیق و توسعه را دولت فراهم می‌کند. در حالی که حدود یک چهارم از این مبلغ را دستگاه‌های دولتی خودشان هزینه می‌کنند و بقیه به وسیله صنایع، دانشگاه‌ها و دیگر مؤسسات تحقیقاتی و غیر انتفاعی صرف امور تحقیقاتی می‌شود. نیمی دیگر از وجوه تحقیق و توسعه به طور عمده توسط صنایع تأمین می‌گردد. در واقع اندکی بیش از چهار درصد کل وجوه تحقیقات به وسیله دانشگاه‌ها و دیگر مؤسسات غیر انتفاعی تأمین می‌شود. حدود هفتاد درصد کل وجوه تحقیقات در صنایع، حدود پانزده درصد آن در دانشگاه‌ها و حدود سه درصد آن در سایر مؤسسات تحقیقاتی و غیر انتفاعی به هزینه می‌رسد؛ بقیه را، چنانکه اشاره رفت، خود نهادهای دولتی هزینه می‌کنند.^{۲۷} معمولاً طیف گسترده پژوهش‌های محض و بنیادی، به وسیله دولت تأمین مالی می‌شود که در دانشگاه‌ها به انجام می‌رسد. در اندک مواردی نیز ممکن است صنایع خاصی در این امور اهتمام ورزند. وجوه تحقیقات کاربردی نیز توسط دولت و صنایع تأمین می‌گردد که سازمان‌های دولتی، دانشگاه‌ها و صنایع برای مصرف و انجام آن عمل می‌کنند و عموماً شامل تحقیقات در زمینه مواد، فرآورده‌ها، فرایندها و ابزار و دستگاه‌ها می‌شود. در این راستا باید افزود که حدود سه پنجم کل هزینه‌های تحقیق و توسعه، مصروف امور توسعه می‌گردد. باید توجه داشت که امور توسعه، علاوه بر مواردی که قبلاً مورد بحث قرار گرفت، بازاریابی و تحقیق و بررسی بازار و تحقیق در عملیات را نیز شامل می‌شود. این امور غالباً توسط صنایع انجام می‌یابد و عمدتاً رشته‌هایی از قبیل: هوا - فضا، برق و الکترونیک، اپتیک، مخابرات، ماشین و دستگاه‌ها، صنایع شیمیایی، صنایع نفت، خودرو و وسایل حمل و نقل، ابزار دقیق و ابزار علمی و فنی، صنایع لاستیک، صنایع غذایی، صنایع دارویی، سایر صنایع تولیدی و امور خدماتی را در بر می‌گیرد. در امور فضایی و نظامی و رشته‌هایی که به این امور مربوط می‌شوند (مانند: هوا - فضا، الکترونیک و ...)، دولت علاوه بر تأمین مالی، در

اجرای فعالیتهای تحقیق و توسعه نیز مشارکت دارد.^{۲۸}

صنایع، عموماً هزینه تحقیق و توسعه را از منابع داخلی و از محل سود جاری و انباشت وجوه تأمین می‌کنند.^{۲۹} در واقع، هر چه منابع داخلی قوی‌تر و غنی‌تر باشد، وجوه بیشتری توسط صنعت به امور تحقیق و توسعه اختصاص می‌یابد و به عبارت دیگر، در کشورهای پیشرفته صنعتی عامل تعیین‌کننده در تحقیق و توسعه و نوآوری صنایع همانا منابع داخلی است.^{۳۰} آخرین پژوهش‌های انجام شده در گروه برگزیده‌ای از صنایع (مركب از ۱۷۹ شرکت) این واقعیت را به خوبی نشان داده است.^{۳۱} منابع داخلی در صنایع کوچک، متوسط و بزرگ همواره عامل تأمین‌کننده و تعیین‌کننده فعالیتهای تحقیق و توسعه و نوآوریها قلمداد می‌گردد.^{۳۲}

مدیریت صحیح در تخصیص منابع برای امور تحقیق و توسعه، در حصول به موفقیت نقش اساسی دارد و پژوهش‌های انجام شده، مؤید این واقعیت است.^{۳۳} بدیهی است که در هر صنعت، تصورات و طرح‌هایی که به نظر می‌آید، می‌تواند بیش از امکانات موجود برای سرمایه‌گذاری و تخصیص منابع باشد. بنابر این ابتدا باید در مرحله انتخاب، طرح به دقت مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. روش‌های متعددی برای گزینش طرح تحقیق و توسعه پیشنهاد گردیده و در عمل استفاده می‌شود که عمدتاً بر شیوه‌های برنامه‌ریزی ریاضی مبتنی است.^{۳۴،۳۵}

آخرین مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در زمینه ارزیابی و انتخاب طرح‌های تحقیق و توسعه، الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی را به گونه‌ای ارائه می‌نماید که می‌توان هر طرح را در ارتباط و مقایسه با سایر طرح‌ها، مورد ارزیابی قرار داد. به این ترتیب با استفاده از این الگوها می‌توان ارزش نسبی هر طرح را همراه با دیدگاه‌های دیگر درباره‌ی طرح‌های پیشنهادی تحقیق و توسعه، محاسبه کرد؛ آنگاه طرح مناسب برای تخصیص منابع برگزیده می‌شود. این قبیل الگوها امکان در برگرفتن ویژگیهای مربوط به جنبه‌های مختلف طرح‌ها را، در سطوح خرد، کلان، بخش‌های اقتصاد و حتی در سطح ملی، فراهم می‌آورند.^{۳۶} نیز می‌توان حد بهینه تخصیص منابع را برای یک طرح برگزیده تعیین نمود و با استفاده از روش‌های پویا، مراحل اجرا و توقف طرح را همراه با میزان تخصیص منابع در هر مرحله، مشخص کرد.^{۳۷} شیوه کلی، بر محاسبه ارزش حال هزینه‌های طرح و تخمین رابطه بین

سرمایه‌گذاری لازم در اجرای طرح‌های تحقیق و توسعه و منافع قابل انتظار، استوار است.^{۳۸} در غالب موارد، معیارهایی مانند ارزش خالص حال، زمان برگشت سرمایه، بازده مورد انتظار بر اساس سرمایه‌گذاری، نسبت منفعت به هزینه، و دیگر اصول و روش‌های متداول در اقتصاد مهندسی، برای بررسی، گزینش و سرمایه‌گذاری در طرح‌های تحقیق و توسعه به کار گرفته می‌شود.^{۳۹}

فرایند آفرینشگری و نوآوری در تحقیق و توسعه

آفرینشگری یا خلاقیت، پدیده‌ای انعطاف‌پذیر و متغیرتر از آن است که به آسانی قابل تعریف باشد. آفرینشگری را می‌توان فرایند تغییر، توسعه و تکامل، در سازماندهی حیات ذهنی دانست. بشر در خلال عمل خلاق، اشیا و یا نمادهای خارجی را تغییر می‌دهد تا رویدادی نادر برای خود و یا محیط خود به وجود آورد. هرگونه تعریفی از آفرینشگری باید در برگیرنده عنصر اصلی آن یعنی ابداع باشد و همواره باید به نوآوری به عنوان هسته مرکزی غیرقابل اجتناب در خلاقیت توجه شود. ابداع خلاق عمدتاً از آرایش مجدد دانش موجود، سرچشمه می‌گیرد و به این ترتیب به مجموعه دانش‌های موجود می‌افزاید. در عین حال، ابداع به تنهایی، کنش و یا ایده‌ای را خلاق نمی‌کند؛ مناسبت نیز عامل دیگری است. از آنجا که کنش خلاق، پاسخی به موقعیت ویژه است، بنابر این باید مشکلی را حل کند و یا موقعیتی را که باعث پیدایش آن شده است، روشن سازد. به اختصار، هرکنش و یا ایده نه تنها به سبب بکر بودن آن، بلکه به دلیل دستیابی به چیزی که مناسب موقعیت است، خلاق به شمار می‌رود.^{۴۰}

البته هر چیزی می‌تواند بدون آنکه تازه باشد، خلاق باشد. حتی در شایسته‌ترین آفرینندگیها، اثری از منبع و یا شکلی از گذشته وجود داشته است. به همین لحاظ نوعی مقیاس «آفرینش-تقلید» در نظر گرفته می‌شود که در انتهای بالایی آن چیزی قرار می‌گیرد که از آن به عنوان «بالاترین بخش شناخته شده آفرینندگی نسبت به الگوی قبلی موجود» یاد می‌شود و در انتهای پایینی آن، کمترین بخش آفرینندگی و بالاترین میزان شناخته شده سازگاری و یا تقلید قرار دارد. از آنجا که انسانها کم و بیش دست به آفرینندگی می‌زنند و آفرینشگری چنانکه باید، تمامی خطوط فعالیت انسانی را در بر می‌گیرد، نتیجه گرفته می‌شود که مقیاس یاد

شده، به منحنی توزیع نرمال نزدیک خواهد شد.^{۴۱} توجه به این نظریات در امور تحقیق و توسعه حائز اهمیت است. مدیریت تحقیق و توسعه بر حسب سیاستهای ذی‌ربط، باید همواره بر تعیین و تشخیص جایگاه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در مقیاس مزبور، دقت و مراقبت نماید و نیز بر وجود عامل مناسبت در این فعالیتها، نظارت کند. در روند تحقیق و توسعه، خلاقیت عبارت است از توانایی پدید آوردن ایده‌های نوین و سودمند، از طریق ترکیب و آمیزش اصول و عوامل شناخته شده به شیوه‌های بدیهی و غیر بدیهی.^{۴۲} همچنین در مدیریت موفق و سازماندهی مؤثر امور تحقیق و توسعه، درک فرایند آفرینشگری و نوآوری، شناسایی و گمارش افراد خلاق، ایجاد و برقراری شرایط و محیطی که نه تنها مانع خلاقیت نباشد، بلکه حامی و مشوق آن باشد، نقش اساسی دارد.

موضوع دیگری که در جریان تحقیق و توسعه، قابل توجه است، ارتباط خلاقیت با رهیابی در حل مسأله است.^{۴۳} اینکه چگونه آفرینشگری با رهیابی ارتباط دارد و آیا تمامی تفکر خلاق، شکلی از رهیابی است و یا اینکه برخی شامل رهیابی بوده و بعضی دیگر نیست، مبحثی را تشکیل می‌دهد که مورد بحث روانشناسان و روانکاوان قرار دارد. روانشناسان معتقدند که آفرینشگری، فقط نوع خاصی از رهیابی است که علامت مشخصه آن ویژگیهایی مانند ابداع، ابرام و پایداری و مشکل فزاینده‌ای در فرمول‌بندی و تنظیم مسأله است. روانکاوان معتقدند که تفکر خلاق بیش از توانایی رهیابی به فرایندهای ناخودآگاه و یا نیمه آگاه حساس است. نیز اینکه اصطلاح مسأله به معنای کلی آن مبهم است، هر موقعیتی را که با آن روبرو می‌شویم، می‌توان یک مسأله و هر تصمیمی را یک راه حل به شمار آورد. رهیابی به رفتاری محدود می‌شود که بتوان آن را تحت شرایط کنترل شده معین، مشاهده کرد. به هر حال آشکار است که رهیابی، کار خلاق است، اما تلقی هر گونه خلاقیتی به عنوان رهیابی، چندان قابل توجیه نیست.^{۴۴}

غالباً و به طور معمول، در فرایند تحقیق و توسعه، فعالیت‌های تحقیقی در جهت رسیدن به هدفهای توسعه، برنامه‌ریزی و هدایت می‌شود. به این لحاظ، رهیابی در حل مسأله و رسیدن به هدف، جنبه مسلط می‌یابد. در رهیابی نیز شیوه‌ها و الگوهای متعددی برای حل مسأله وجود دارد که روش سعی و آزمایش و خطا، ساده‌ترین آنهاست، لیکن در غالب موارد از بازدهی و کارایی

چندان برخوردار نیست. روش دیگر، همانا جریان برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است که عناصر و عواملی چون تعریف مسأله، شناسایی سایر شقوق و ارزیابی این شقوق در برابر اهداف معین را در بر می‌گیرد؛ به این ترتیب با مشخص بودن مقصود، سلسله کارها و برنامه‌هایی برای رسیدن به مقصد طراحی و تعبیه می‌شود که معمولاً بر اصول و روشهای منطقی مبتنی می‌گردد.^{۴۵} در این وضعیت، استدلال تحلیلی، بها و وزنی گران می‌پذیرد و خلاقیت در ارائه شقوق مورد ارزیابی، در حصول به توفیق نقش می‌آفریند. فرایند آفرینشگری نیز برخی از همان گامهای گفته شده را می‌سپارد، لیکن از خرد، فراست و بینش درونی و مرتبط به جریانهای ناخودآگاه و یا نیمه آگاه، نشأت و نیرو می‌گیرد، این بویژه هنگامی مصداق می‌یابد که یک مسأله سرگردان، در روند تحلیلی راه به جایی نمی‌برد، چاره‌ای نمی‌جوید و کنار گذاشته می‌شود. در توصیف این فرایند خلاقیت، می‌توان مراحل زیر را برشمرد:^{۴۶}

اول - آمادگی، تمهید مقدمات و آماده‌سازی، مرحله‌ای از تلاش و کوششهای فکری و دماغی آگاهانه و مستقیم را تشکیل می‌دهد که صرف گردآوری اطلاعات مرتبط با مسأله می‌گردد. در بسیاری موارد، حتی ممکن است مسأله در این مرحله حل شود، در این مرحله فرد خود را در مسأله غوطه‌ور می‌سازد و سعی می‌کند که ساختار آن را تنظیم نماید و با جمع‌آوری اطلاعات موجود، درک روابط و مفاهیم مسأله، حل مسائل فرعی و زیر مجموعه‌ای و نهایتاً جستجوی تمام راه‌ها، رسیدن به یک راه حل مطلوب و رضایتبخش را پی‌جویی کند.

دوم - نهفتگی، ناکامی و شکست در حل مطلوب و رضایتبخش مسأله از طریق فراگرد تحلیلی که به آن اشاره شد، که ممکن است به یأس و نومیدی بینجامد؛ در نتیجه احیاناً مسأله مورد نظر کنار گذاشته، و سرگرمی به موضوعی دیگر حاصل می‌شود. به هر حال، مسأله با تمام اطلاعات و حقایقی که برایش فراهم گردیده، در ذهن ناخودآگاه و یا نیمه آگاه، نهفته، پخته و پرورده می‌شود.

سوم - الهام و اشراق، که طی آن ممکن است راه حلی برای مسأله به صورت رخدادی ناگهانی و بینشی درونی، پدید آید؛ این پدیده، غالباً هنگامی که ذهن آگاه در حال استراحت است در حین فراغت و یا خواب، روی می‌دهد و می‌تواند در هر لحظه و تحت

هر شرایط به وقوع پیوندد.^{۴۷}

چهارم - تحقیق و اثبات، شهود و بینش، ممکن است همواره صحیح نباشد، بلکه راه حلی که از بینش درونی ساطع و پدیدار گردیده و بروز ناگهانی یافته است، نیاز به آزمودن و ارزیابی خواهد داشت تا حقیقتاً اطمینان حاصل شود که راه حل مطلوب و رضایتبخش مسأله باشد.

آفرینشگران بسیاری، در شرح آفرینشهای خود، فرایند این خلاقیت را بازگو و توصیف کرده‌اند؛^{۴۸} از آن جمله می‌توان مصداقهای آن را در کارهای بزرگانی چون نیوتن،^{۴۹} پوانکاره و دیگر متفکران بزرگ مشاهده کرد.^{۵۰}

در مدیریت تحقیق و توسعه، شناخت و توجه به خصوصیات افراد خلاق، برای پیشبرد بهتر امور، اهمیت دارد. مطالعات بسیاری درباره ویژگیهای آفرینشگران انجام یافته است؛^{۵۱} این صفات عمدتاً عبارتند از: اعتماد به نفس و استقلال فکری و عملی، خودکفایی و خوداتکایی، کنجکاوی و علاقه فراوان به کسب اطلاعات و معلومات، مجذوبیت به بفرنجی‌ها و پیچیدگیها، خلق و ارائه ایده‌ها، پرهیز از هم‌نواییهای بیهوده، آگاهی و حساسیت نسبت به محیط، برخورداری از تسلط غیر معمول در امور مربوط، انعطاف پذیری، ابتکار، قدرت بسط و گسترش ایده‌ها، شک‌گرایی نسبت به باورهای قراردادی، پایداری در برابر موانع سخت در کار آفرینشگری، بازیگوشی فکری و کاوش ایده‌ها.^{۵۲} ملحوظ داشتن این ویژگیها، در ایجاد شرایط و محیط کار لازم برای انجام موفق امور تحقیق و توسعه، مؤثر است. افراد خلاق عموماً سختکوش و از پشتکار و بردباری برای ساعات کار طولانی برخوردار هستند؛ به ساعات کار اداری و دیگر امور قراردادی مقید نیستند، در موقعیت و محیطی که تاب تحمل افراد با منش و ویژگیهای خاص را داشته باشد و قدر موفقیت را بشناسد، محصول فکری و کار بهتری ارائه می‌کنند. حتی، در صورت امکان، محیط و شرایط کار این افراد را باید از دیگران که مشغول انجام امور عادی و معمولی هستند، جدا کرد. تمهید امکانات و ظرافت رفتار یا اینگونه افراد، بویژه در آغاز رهیابی در حل مسأله، اهمیت فراوان دارد و عدول از آن می‌تواند موجب تخریب در روند خلاقیت گردد.^{۵۳} همواره باید توجه داشت که آفرینشگری به عنوان فرایندی عاطفی و ذهنی مورد ملاحظه قرار می‌گیرد و در این نگرش بخش عمده کنش آفرینش در حالات درونی شخص خلاق نهفته است.^{۵۴}

کامیابی در نوآوریها

باید افزود که ایجاد موقعیت و محیط مناسب برای بروز و نتیجه دادن خلاقیتها به هیچ روی به معنای افسار گسیختگی در سازمان و یا فتور در مدیریت نیست، بلکه مطابق آخرین مطالعات و پژوهشهای انجام شده،^{۵۵} دیوانداری خردمندانه، اعمال مقررات و نظام مطلوب اداری، هدایت صحیح امور در مراحل رهیابی در حل مسأله و بویژه تشکیل و اداره لیاقتمندانه جلسات نظرخواهی و بداهت طلبی و انگیزش اندیشه‌های بکر و ناگهانی (شیوه‌ای که به هیجان یا طوفان مغزی موسوم است)^{۵۶} برقراری مقررات رسمی برای پاداشها به گونه‌ای که روند نوآوریها را تقویت نماید، برگزاری دوره‌های آموزش رسمی به منظور تسهیل و اشاعه نوآوریها، استفاده مؤثر از سیستمهای اطلاعاتی مدیریت، به کارگیری و تقویت اهرمهای مدیریت، در ارتقای نوآوریها نقش مؤثر به عهده دارد. مضافاً اینکه حدود سی تا چهل درصد نوآوریها و کالاهای جدید، در هنگام عرضه به بازار با اقبال چندان روبرو نمی‌گردد؛^{۵۷} اعمال مدیریت قوی و ایجاد هماهنگیهای لازم در فرایند توسعه فرآورده‌های نوین، می‌تواند مانع از این ناکامیها باشد.^{۵۸}

پژوهشهایی که اخیراً انجام یافته، نشانگر این است که در غالب موارد، ضعف مدیریت در روند توسعه محصول جدید، بویژه عملیات بازاریابی و تحقیقات بازار، تجزیه و تحلیل بازار رقابتی، سمت دهی و هدایت نوآوریها، عدم کنترلهای لازم، سهل انگاری و بی‌مراقبتهای مدیریت، موجب می‌شود تا یک فرآورده جدید، نهایتاً با کامیابی همراه نگردد.^{۵۹} در فرایند باروری اندیشه یک محصول نوین، متخصصان بازاریابی با ارزیابی رفتار مصرف کننده، امکانات بالقوه بازار را می‌سنجند. عده‌ای از پژوهشگران در بخش تحقیق و توسعه، امکانات فنی تولید محصول را بررسی می‌کنند. تحلیلگران مالی، تفاوت‌های سود را تعیین می‌کنند. مسامحه در هر یک از این قبیل مطالعات می‌تواند نوآوری را با عدم موفقیت روبرو گرداند.^{۶۰}

همچنین آخرین پژوهشها بر این دیدگاه اتفاق نظر دارند که مدیریت و سازماندهی در مراحل اولیه توسعه محصول و طراحی تولید، بر کامیابی یا ناکامی محصول در بازار فروش، تأثیر می‌نهد.^{۶۱، ۶۲} مراحل آغازین طرحهای توسعه به طور قاطع بر طول زمان لازم برای ارائه محصول به بازار اثر می‌گذارد و امکان موفقیت در بازار رقابتی را تحت الشعاع خود قرار می‌دهد. به این

لحاظ، مدیریت تحقیق و توسعه باید قبل از سرمایه‌گذاری در توسعه محصول جدید، آمادگی و توانایی گروه دست اندرکار توسعه آن محصول را مورد ارزیابی جدی و واقع بینانه قرار دهد؛ بویژه کیفیت توصیف و انگاره محصول نوین اهمیت بسیار دارد. آفرینش انگاره محصول در ابتدای طراحی تولید و عملیات توسعه آغاز می‌شود و ارزیابی عواملی مانند نیازهای مشتریان و مصرف کنندگان، امکانات رقیبان، مقدرات و محدودیتهای تکنولوژی و موقعیت عرضه کالا را در برمی‌گیرد. این انگاره، تعیین کننده راهنمای چگونگی طراحی و توسعه محصول و ویژگیهای آن می‌گردد و سرانجام عوامل توصیفی از قبیل تقسیم بازار و هدف قرار دادن حوزه‌هایی از آن، گذرگاه‌های ورود به این حوزه‌ها، قیمت محصول، عملکرد و ویژگیهای محصول، تکنولوژیهایی که تولید بر آنها متکی است، و تخصیص منابع لازم برای توسعه، را شامل می‌شود. به این ترتیب تعریف و توصیف اولیه هر فرآورده نوین در کامیابی آن، نقش می‌آفریند. این واقعیت، خصوصاً از آن نظر نیز حائز اهمیت است که هر چه انگاره و توصیف اولیه قویتر و جامعتر باشد، نیاز به ایجاد تغییرات در ویژگیهای محصول، در مراحل بعدی توسعه آن، کمتر خواهد بود و از اینرو مدت زمان و هزینه‌ها در عرضه نهایی محصول به بازار کاهش می‌یابد. در واقع، موضوع تغییر در تعریف محصول در مرحله توسعه، آفت عمده‌ای برای کامیابی نوآوری تلقی می‌گردد و فراست، هشیاری و مراقبت مدیریت بر آن تأثیر جدی و بی‌بدیل می‌گذارد. هم باید انگاره اولیه چنان باشد که در مرحله توسعه بی‌نیاز از تغییر باشد، هم اینکه در وضعیت رقابت فشرده، باکسب اطلاعات از عملکرد سایر رقیبان، باید بتوان به سرعت، تغییرات لازم را در مرحله توسعه اعمال نمود. حتی در بسیاری موارد ممکن است روند کار آن چنان تنظیم گردد که تغییرات در فرآورده‌های پیاپی اجرا شود.^{۶۳} به هر حال، هر چه دوران توسعه محصول کوتاهتر باشد، امکان موفقیت آن در موقعیت رقابت تنگاتنگ بیشتر خواهد بود.^{۶۴}

توصیف فرآورده نوین

چنانکه ملاحظه گردید، چگونگی توصیف محصولی که قرار است پدید آید، در اقبال و موفقیت آینده آن نوآوری نقش مؤثر دارد. عوامل دخیل در توصیف موفقیت‌آمیز فرآورده‌های نوین، اخیراً (در بخش مهندسی مکانیک دانشگاه استنفورد آمریکا) مورد

بررسی و پژوهش قرار گرفته است.^{۶۵} طیف سازمانهای تأمین کننده و حامی طرح پژوهشی مزبور (شرکتهای بزرگ کامپیوتری، بنیاد ملی علوم و اداره پژوهشهای علمی نیروی هوایی آمریکا، برنامه مشترک آمریکا و ژاپن برای آموزش مدیریت صنعتی و تکنولوژی، ائتلاف شرکتهای برای رقابت و تشریک مساعی)^{۶۶} گویای اهمیت موضوع پژوهش است. نتیجه پژوهش، عوامل مشروح ذیل را در توصیف موفقیت آمیز محصولات جدید و نوآوریها دخیل معرفی نموده است.^{۶۷}

اول - همراستایی استراتژیک، قرار گرفتن برنامه توسعه در راستای اهداف و برنامههای استراتژیک سازمان، در کامیابی نوآوری نقش حساس و تعیین کننده بر عهده دارد. این امر، علاوه بر تأمین مطلوب امکانات، تخصیص منابع، جلب و تمرکز اهتمام و کوششهای سازمان پیرامون طرح توسعه، در روحیه افراد و در سرعت پیشبرد برنامه توسعه نیز مؤثر واقع می شود.

دوم - کسب اطلاعات، هر فعالیت توسعه به حجم وسیع اطلاعات در زمینههای متفاوت از قبیل اهداف استراتژیک، نیاز مشتریان و مصرف کنندگان، وضعیت رقابت و کالاهای رقابتی، تکنولوژیهای موجود و امکانپذیر، استانداردها و مقررات، و مانند اینها نیاز دارد. اینگونه اطلاعات باید توسط مدیریت، با تدبیر و کیاست گردآوری شود و در اختیار گروه توسعه قرار گیرد تا آن را در طراحی محصول به کار گیرند.

سوم - نیازهای مشتریان و مصرف کنندگان، اطلاعات موثق و بهنگام در این باب همراه با ترجیحات مشتریان و مصرف کنندگان در توصیف موفقیت آمیز محصول نوین، اهمیت بسیار دارد.

چهارم - تجزیه و تحلیل وضعیت رقابتی، انجام این تحلیل به گونه ای صحیح، دقیق و همه جانبه، با در نظر گرفتن محصولات موجود و دورنمای تولیدات آینده توسط رقیبان و توجه به امکانات، محدودیتهای و شیوههای کار آنها، نقش اساسی دارد.

پنجم - ارزیابی تکنولوژی، تقویم وضعیت تکنولوژی مورد استفاده از نظر توانایی استفاده و قابلیت اطمینان و امکانپذیری نیز از عوامل مؤثر در حصول به توفیق در تولید محصول جدید است.

ششم - مقررات و استانداردها، در توصیف هر فرآورده، رعایت مقررات و استانداردها الزامی است.

هفتم - ترکیب گروه توسعه، انتخاب ماهرانه اعضا و ترکیب گروه توسعه به طوری که علاوه بر مهندسان، متخصصان امور بازار

و حتی افراد ذیصلاح در امور ساخت و تولید و در صورت لزوم دیگر تخصصهای لازم را در بر داشته باشد، به میزان قابل توجه بر سرعت و کیفیت کار می افزاید و در موفقیت نهایی محصول جدید تأثیر می گذارد.

هشتم - مدیریت تغییر، چنانچه قبلاً نیز این موضوع مورد بحث قرار گرفت، تغییراتی که در دوره توسعه در توصیف مجدد محصول لازم می شود، می تواند در موفقیت و یا عدم موفقیت نوآوری نقش قاطع داشته باشد. بنابر این در عین اینکه باید فرایند کسب و تغذیه اطلاعات به طور دائم و پیگیر جریان یابد و چنانچه با توجه به اطلاعات جدید، مانند عملکرد سایر رقیبان، نیاز به تغییراتی پیش آید، تصمیم گیری برای چگونگی اعمال این تغییرات در دوره توسعه باید ماهرانه و با برخورداری از مدیریت قابل و هوشمندانه اتخاذ گردد.

نهم - فهرست اولویت بندی معیارها، چنانچه در ابتدای کار برای توصیف و تعیین انگاره محصول، از فهرست اولویت بندی معیارها و حق تقدم ضوابط برای تلفیق نظریات تمام افراد ذی ربط در تصمیم گیری و گروه توسعه استفاده شود، این فهرست سلسله مراتب و ویژگیهای محصول را در بر می گیرد و می تواند برای کار گروه توسعه و انجام تغییرات، راهنمای عمل مناسبی باشد و تسهیلات لازم را فراهم آورد.

دهم - نظارت و مراقبت مدیریت، کنترل و راهنمایی مستمر و پیگیر از سوی مدیریت، حصول اطمینان در مورد همسویی عملیات با اهداف، هماهنگیهای لازم در جنبه های مختلف طرح توسعه و تدارک اطلاعات و منابع مورد نیاز، در کامیابی محصول جدید تأثیر بسزا دارد.

رعایت اصول و شیوه های علمی، در مدیریت، سازماندهی، هدایت و اجرای طرحهای تحقیق و توسعه، که به تفصیل در این مقاله مورد تحلیل قرارگرفت، خواهد توانست در موفقیت این طرحها و نهایتاً بهبود و ارتقای سطح تکنولوژی، دانش اندوزی، نوآوریهای علمی و فنی و فرایند رشد بلند مدت، نقش دگرگون ساز داشته باشد.

یادداشتها و منابع و مأخذ:

1- Lapedes, D. N., "Mc Graw - Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms", Mc Graw - Hill, 1978, P. 1354.

2- National Science Foundation, "Patterns of R & D

P. 575.

21- Zenger, T. R., "Explaining Organizational Diseconomies of Scale in R & D: Agency Problems and the Allocation of Engineering Talent, Ideas, and Effort by Firm Size", **The Journal of Management Science**, Vol. 40, No. 6, June 1994, PP. 708-729.

22- Ibid, P. 725.

23- Balderstone, J., Birnbaum, P., Goodman, R., Stahl, M., "Modern Management Techniques in Engineering and R & D", Van Nostrand Reinhold Company, Inc., 1984, PP. 179-185.

24- Chang, Z. U., "The Characteristics of Industrial R & D - A Study of Major Manufacturing Industries in Hong Kong". Omega Int., **Journal of Management Science**, Vol. 13, No. 6., 1985, PP. 501-506.

25- Ansoff, H. I. and Stewart J. M., "Strategies for a Technology - Based Business", **Harvard Business Review**, Nov - Dec, 1967, PP. 71-83.

26- "Descriptive Material on the GE Corporate Research Laboratories", P. 22.

27- Battle Memorial Institute, "R & D Activity in the United States", **Engineering Times**, Feb. 1989, P. 6.

28- Ibid, P. 6.

29- Kamien, M. I. and Schwartz, N. L., "Self - Financing of an R & D Project", **American Economic Review**, 68, 1978, PP. 252-261.

30- Kamien, M. I. and Schwartz, N. L., "Market Structure and Innovation.", Cambridge University Press, 1982, PP. 98.

31- Himmelberg, C. P. and Petersen, B. C., "R & D and Internal Finance: A Panel Study of Small firms in High - Tech Industries", **Review of Economics and Statistics**, Feb. 1994, PP. 38-51.

32- Ibid, P. 50.

33- "Managing Innovation in the Information Age", P. 103.

34- Liberator, M. L. and Titus, G. L., "The Practice of

Resources", Report 74-304, Washington DC; U. S. Government Printing Office, 1974, P. 17.

3- "Mc Graw - Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms", P. 156.

4- "Patterns of R. & D Resources", P. 17.

5- "Mc Graw - Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms", P. 94.

6- "Patterns of R & D Resources", P. 17.

7- "Mc Graw - Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms", P. 436.

8- "Patterns of R & D Resources", P. 17.

9- Product and Technology Life Cycle.

10- Blanchard, B. S. "Engineering Organization and Management", Prentice Hall, 1979, PP. 16-17.

11- Ibid, PP. 16-17.

12- Betz, F., "Managing Technology: Competing Through New Ventures, Innovation and Corporate Research, Prentice - Hall, 1987, PP. 72-74.

13- Ibid, PP. 153-154, 187-189.

14- General Electric Co., "Descriptive Material on the GE Corporate Research Laboratories", GE Pub., 1980, P. 22.

15- Frosch, R. A., "General Motors Healthy Pain", **Mechanical Engineering Journal**, December 1987, PP. 23-25.

16- Henderson, R., "Managing Innovation in the Information Age", **Harvard Business Review**, Jan - Feb 1994, PP. 100-105.

17- Pearson, A., "Planning and Control in Research and Development", Omega Int., **Journal of Management Science**, Vol. 18, No. 6, 1990, PP. 537-581.

18- Ibid, P. 578.

19- Watts, K. M. and Higgins, J. C., "The Use of Advanced Management Techniques in R & D", Omega Int., **Journal of Management Science**, Vol. 15, No. 1, 1987, PP. 21-29.

20- "Planning and Control in Research and Development",

Part 1, Creative Computing, August 1980, PP. 46-51.

۵۲- «هنر علم و خلاقیت»، ص ۷۹-۷۱.

53- "A New Look at the Creative Process", Part 1, PP. 46-51.

۵۴- «هنر علم و خلاقیت»، ص ۳.

55- Bart, C. K., "Gagging On Chaos", **Business Horizons**, Sept - Oct, 1994, PP. 26-36.

۵۶- «هنر علم و خلاقیت»، ص ۷۳.

57- "Gagging On Chaos", PP. 26-36.

58- Ibid., P. 28.

59- Cooper, R. G., and Kleinschmidt, E. J., "New Products: What Separates Winners From Losers?", **Journal of Product Innovation Management**, Sept, 1987, PP. 169-184.

60- Teng, J. T. C., Grover, V. and Fiedler, K. D., "Business Process Reengineering: Charting a Strategic Path for the Information Age", **California Management Review**, Vol. 36, No. 3, Spring 1994, PP. 9-31.

61- Gupta, A. K. and Wilemon, "Accelerating the Development of Technology - Based New Products", **California Management Review**, Vol. 32, No. 2, Winter 1990, PP. 24-44.

62- Bacon, G., Beckman, S., Mawery D. and Wilson, E., "Managing Product Definition in High - Technology Industries: A Pilot Study", **California Management Review**, Vol. 36, No. 3, Spring 1994, PP.32-56.

63- Ibid., P. 32-56.

64- Eisenhardt, K., "Speed and Strategic Choice: How Managers Accelerate Decision Making", **California Management Review**, Vol. 32, No. 3, Spring 1990, PP. 39-54.

65- Wilson, E., "Product Definition Factors for Successful Designs", Thesis, Department of Mechanical Engineering, Stanford University, 1990.

66- Quoted in "Managing Product Definition in High Technology Industries: A Pilot Study", P. 32.

67- Ibid., PP. 34-54.

"Management Science in R & D Project Management", **The Journal of Management Science**, Vol. 29, No.8, 1983, PP. 962-974.

35- Liberator, M. L. and Titus, G. L., "Managing Industrial R & D Projects: Current Practice and Future Direction", **Journal of Society of Research Administrators**, Vol. 18, No. 1, 1986, PP. 5-12.

36- Oral, M., Kettani, O. and Lang, P., "A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R & D Projects", **The Journal of Management Science**, Vol. 37, No. 7, 1991, PP. 871-885.

37- Granot, D. and Zuckerman, D., "Optimal Sequencing and Resource Allocation in Research and Development Projects", **The Journal of Management Science**, Vol. 37, No. 2, 1991, PP. 140-156.

38- Ibid., P. 140.

39- Dhillon, B. S., "Engineering Management", Technomic Publishing Inc., 1987, PP. 79-104.

۴۰- نلر. ج. اف.، «هنر و علم خلاقیت»، ترجمه دکتر سیدعلی اصغر مسدد، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۶۹، ص ۷-۱.

۴۱- همان مأخذ، ص ۷.

42- Shannon, R. E., "Engineering Management", John Wiley & Sons Inc., 1980, P. 146.

43- Ibid., P. 146.

۴۴- «هنر و علم خلاقیت»، ص ۱۳-۱۲.

45- Amos, J. M. and Sarchet, B. R., "Management for Engineers", Prentice - Hall, 1981, P. 51.

46- "Engineering Management", (Shannon), P. 146.

47- Raudsepp, "A New Look at the Creative Process", Part 2, **Creative Computing**, Sept. 1980, PP. 82-90.

48- "Engineering Management", (Shannon), P. 147.

49- "A New Look at the Creative Process", Part 2, PP.82-90.

۵۰- «هنر علم و خلاقیت»، ص ۶۹-۵۳.

51- Raudsepp, E., "A New Look at the Creative Process",