

اندازه‌گیری بهره‌وری مهندسان و محققان در سازمانها

نویسنده: آلفرد. اچ. شین بلات
مترجمان: مهیار سرحدی و حسن محمدرضایی

■ بهره‌وری معیاری است از کارایی در استفاده از منابع، برای تولید محصول مطلوب یا دستیابی به هدف معین



اغلب گمان می‌رود که مانع اصلی سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، دشواری سنجش برونداد آن است. بدون آنکه بخواهیم این دشواری را کم اهمیت جلوه دهیم. باید بگوییم: مشکل، یافتن بروندادی دیگر برای انجام یک مقایسه معنی‌دار است.

□ سنجش بهره‌وری سازمانهای تحقیقاتی موضوع تازه‌ای نیست و کارهای مکتوب و مقالات منتشرشده در این مورد حاکی از آن است که این موضوع حداقل از دهه ۵۰ مورد توجه مدیران تحقیق و توسعه بوده است. با وجود این، پس از گذشت حدود چند دهه تحقیق و بررسی و ارائه مقالات گوناگون در این زمینه، مؤلف مقاله حاضر به این نتیجه می‌رسد که هنوز هیچ روش بدون عیبی برای سنجش بهره‌وری در سازمانهای تحقیقاتی به وجود نیامده است.

مبنای این نتیجه‌گیری، مطالعه‌ای است برای پی‌بردن به این مسأله که سازمانهای صنعتی، دولتی و خصوصی چگونه بهره‌وری گروههای مهندسی و تحقیقاتی دست‌اندرکار تحقیق و توسعه را می‌سنجند.

نظر به اینکه تحقیق و توسعه کاری گروهی است و مشکل می‌توان برونداد با ارزشی را به هر یک از افراد نسبت داد، در این مقاله صرفاً به مطالعه شیوه‌های سنجش بهره‌وری گروهها، طرحها و دیگر واحدهای سازمان تحقیقاتی پرداخته شده است.

در حال حاضر، برای سنجش بهره‌وری گروههای علمی و مهندسی، هیچ شیوه‌ای که فاقد عیوب اساسی باشد، موجود نیست. در نوشته‌های مربوط به سنجش بهره‌وری نیز، نشانه‌ای از به وجود آمدن شیوه‌های مناسب در آینده نزدیک به چشم نمی‌خورد.

مبنای این نتیجه‌گیری، مطالعه‌ای است برای پی‌بردن به این مسأله که شرکت‌های صنعتی خصوصی و مؤسسات دولتی، چگونه بهره‌وری گروههای مهندسی و تحقیقاتی دست‌اندرکار در تحقیق و توسعه را می‌سنجند. در این مطالعه، «بهره‌وری» معیاری است از کارایی در استفاده از منابع، برای تولید محصول دلخواه با دستیابی به هدف معین. به این ترتیب مفهوم «اثربخشی» نیز در این تعریف گنجانده شده است. در اینجا به جای مطالعه شیوه‌های سنجش بهره‌وری مهندسان و محققان، سنجش بهره‌وری گروهها، طرحها و دیگر واحدهای سازمان تحقیقاتی مورد توجه قرار می‌گیرد. تحقیق و توسعه غالباً کاری گروهی است که مشکل بتوان در آن، برونداد با ارزشی را به هر یک از افراد نسبت داد. به این ترتیب، یافته‌ها و نتایج به دست آمده در این مطالعه، روشهای ارزیابی عملکرد فردی را شامل نمی‌شوند. به دلیل محدودیت منابع قابل استفاده، برای گردآوری داده‌ها (حدود یک نفر در هر ماه) این سنجش از طریق تلفن صورت گرفت. برای بخش صنعت، نگارنده دست کم با یک مقام رسمی در هر یک از ۳۴ شرکت پیشنهاد شده، تماس تلفنی گرفته است. این شرکتها، توسط مدیر اجرایی مؤسسه تحقیقات صنعتی، به عنوان شرکت‌های معرفی شده‌اند که فعالیتهای سنجش بهره‌وری آنها کم‌وبیش از آخرین و جدیدترین انواع است (جدول ۱). نتایج به دست آمده حکایت از آن داشت که تنها پاسخ دهندگان هفت شرکت (۲۰ درصد از پاسخ دهندگان) خاطر نشان کردند که مدیران تحقیق و توسعه به طور عادی به گردآوری بعضی از شاخصهای بهره‌وری می‌پردازند. هیچ یک از شرکت‌های باقیمانده، از یک نظام رسمی برای

سنجش منظم بهره‌وری تحقیق و توسعه - آن گونه که باید و شاید - استفاده نمی‌کنند. مدیران چهار شرکت (۱۲ درصد) به عنوان بخشی از بررسیهای منظم خود در طرحهای تحقیق و توسعه، شاخصهای عملکرد یا برونداد را مورد استفاده قرار می‌دهند و مدیران سه شرکت (۹ درصد) نیز هر از چندگاه شاخص بهره‌وری یا برونداد را به کار می‌برند. از میان این ۳۴ شرکت، در ۲۰ شرکت هیچ نشانه‌ای درباره سنجش بهره‌وری یافت نشد. این نتایج، هر چند تا حدی ناامیدکننده است اما با توجه به دشواری سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، چندان تعجب‌آور نیست.

جدول ۱

امریکن کن	آی.بی.ام.
امریکن تلفن و تلگراف	لاکهد
مراکز تحقیقاتی پل	شیمیایی مونسانتو
بندیکس	موتورولا
بورگ وارنر	فیلیپس پترولیوم
دیترویت ادیسون	پولاروید
شیمیایی داو	پروکتور گمبل
دراو	آر.سی.آی.
ای.آی. دوپونت	راکول - اینترنشنال
ایستمن کداک	تی.آر.دبلیو.
ایتون	تگزاس اینسترومنت
اکسون	تری.ام.
جنرال الکتریک	یو.اس. استیل
جنرال فودز	وستینگهاوس
هیولت پاکارد	ویرهوزر
هانیول	ویرپول
هوابیمایی هیوز	زیراکس

چندین تن از مقامات رسمی که معتقد بودند در سازمان آنها هیچ گونه فعالیتی در ارتباط با سنجش بهره‌وری صورت نمی‌گیرد، نقطه نظریات جالب توجهی را به طور مشروح با ذکر جزئیات ارائه کردند. گروه اول، این ایده را مبنی بر دشواری بودن سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، بیان داشت. برای مثال، یکی از این مقامات رسمی اظهار داشت «کل این فرایند اغلب فاقد عینیت بوده و چنان متغیر است که بیان کمی آن به صورت دقیق و یا تعریف یک شیوه سنجش که فراتر از نمونه‌گیری محدود از یک زمینه خاص باشد، کار بسیار دشواری خواهد بود. «از نظر یکی دیگر از مقامات رسمی، «هر یک از بخشهای تحقیقات و مهندسی بر روی طرحهایی کار می‌کنند که به دلیل تفاوت زیادشان نمی‌توان برونداد گروههای مختلف را در هر یک از این دو بخش با دیگری مقایسه کرد «دو مقام رسمی دیگر متذکر شدند که «برای سنجش بهره‌وری شدیداً تحت فشار هستند ولی نمی‌دانند چگونه باید آن را مورد سنجش قرار داد.» گروه دیگری از مقامات ابراز داشتند که سالیان متمادی در پی

یافتن یا ابداع روشی برای سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه بوده‌اند ولی متأسفانه موفق به کسب آن نشده‌اند. به گفته یکی از آنان: «طرف پنج سال گذشته بارها تلاش کرده‌ایم بهره‌وری را مورد سنجش قراردهیم و اینک به این نتیجه رسیده‌ایم که راه مناسبی برای اندازه‌گیری بهره‌وری به‌طور هفتگی یا ماهانه وجود ندارد».

گروه سوم نسبت به معنی‌دار بودن سنجش‌های بهره‌وری تحقیق و توسعه تردید داشتند. یکی از پاسخ دهندگان این گروه اظهار داشت که به ارقام به کاررفته در سنجش بهره‌وری اعتماد ندارد؛ به گمان دیگری این ایده، منطقی نبوده می‌توان آن را کاری بیهوده به مانند «آب در هاون کوفتن» یا «دریا به کفچه پیمودن» دانست. به عقیده یک مقام رسمی دیگر «زیان تلاش‌های به عمل آمده برای بیان کمی منافع تحقیق و توسعه، بیش از سود آن بوده است». سرانجام، یکی از مقامات رسمی با گفتن این موضوع که واقعاً به بحث در این مورد بی‌علاقه است زیرا رییس خود را قانع کرده که ضرورتی برای انجام دادن چنین کاری وجود ندارد، خود را به عنوان یک بی‌اعتماد توصیف کرد و در مورد بیان کمی عملکرد تحقیق و توسعه، نگرشی منفی ابراز داشت.

اعضای چهارمین گروه اشاره کردند که هر چند سازمان متنوع آنها به‌طور آشکار، بهره‌وری یا عملکرد واحدهای تحقیق و توسعه را نمی‌سنجند اما با این حال، میان بودجه و برنامه‌های زمانی طرح‌ریزی شده با آنچه عملاً اجرا می‌شود، مقایسه صورت می‌گیرد. در برخی موارد، این نوع تعقیب امور، بخشی از یک شیوه مدیریت مبتنی بر هدف محسوب می‌شود.

با وجود محدودیت‌های این مطالعات، اطمینان زیادی هست که هیچ شیوه جاری سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه که به نحو قابل توجهی با شیوه‌های مشاهده شده متفاوت باشد، از نظر مخفی نمانده است. این اطمینان تا حدی ناشی از نتایج مطالعات گسترده شرکت هواپیماسازی هیوز (۱۹۷۸) طی سالهای ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۷ در مورد بهره‌وری تحقیق و توسعه است. این مطالعه دربرگیرنده مواردی است چون: ۱- مشارکت ۳۴ شرکت غیردولتی - که ۱۴ تا از آنها برحسب اتفاق در مطالعات ما نیز حضور داشتند - ۱۲ مؤسسه دولتی و ۱۳ دانشگاه؛ ۲- مصاحبه با ۳۵۰ مدیر تحقیق و توسعه در ارتباط با شیوه‌های جاری مورد استفاده در سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه؛ ۳- شرکت در ۲۳ سمینار بهره‌وری و ۴- کاوشی مفصل در نوشته‌های مربوط.

مدیر مطالعات هیوز اظهار داشت که وی روش یا روال جاری مورد استفاده‌ای فراتر از آنچه ما یافته‌ایم برای سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه نمی‌شناسد. علاوه بر این، اطلاعات عرضه شده توسط بیش از ۵۰ متخصص مطلع از انجمن‌های حرفه‌ای مربوط، طرح‌های تحقیقاتی دانشگاهی، مراکز بهره‌وری و مؤسسات دولتی، مطالعات ما را در مورد صنایع خصوصی تکمیل می‌کند.

سنجش بهره‌وری در شرکت بورگ وارنر

از میان نظام‌های بهره‌وری مورد استفاده در شرکت‌هایی که رابطه کاری

با ما دارند، تنها اطلاعات به دست آمده از شیوه مورد استفاده در شرکت بورگ وارنر برای توضیح و بحث مفصل کفایت می‌کند. مرکز تحقیقات شرکت بورگ وارنر، سنجش بهره‌وری را به دو بخش تقسیم می‌کند: برآورد میزان دستیابی طرح‌های تحقیقاتی به اهداف خود و محاسبه ارزش بالقوه فرصت‌های تجاری ایجاد شده توسط طرح‌هایی که به دلیل دست‌یافتن به اهدافشان، واحد دیگری در شرکت توسعه بعدی آنها را برعهده گرفته است.

این روند، با توافق میان مرکز تحقیقات و مشتری (سایر بخش‌های شرکت که از نتایج تحقیقات استفاده خواهند کرد) در مورد اهداف طرح‌هایی که باید تقبل شوند، آغاز می‌شود. برای پشتیبانی از کسب و کار فعلی سازمان، تنظیم بیانیه‌ای با جهت‌گیری چون «بهبود کارایی کلی محصول الف به میزان ۱۰ درصد بیش از سخت‌ترین رقیب آمری ضروری است. از سوی دیگر، اهداف تحقیقات اکتشافی، کیفی‌تر و انعطاف‌پذیرتر هستند از قبیل «کشف خواص شیمیایی دسته‌ای از ترکیبات». این توافق شامل بودجه و برنامه زمان‌بندی طرح نیز است.

در پایان سال، کسانی که اهداف را تعیین کرده‌اند، عملکرد طرح را نیز مبنای مقیاسی از صفر تا ۳، برآورد می‌کنند. طرحی که به دلیل دست‌نیافتن به اهداف تخصصی و یا فراتر رفتن از بودجه یا برنامه زمان‌بندی شده، به نحوی فاحش از رسیدن به اهداف خود بازمانده، در این برآورد، نمره «صفر» می‌گیرد. به طرح‌هایی که پیشرفت داشته ولی نتوانسته‌اند درحیطه بودجه یا محدودیت زمانی تعیین شده به اهداف خود برسند، نمره «یک» داده می‌شود. نمره «دو» به طرح‌هایی تعلق می‌گیرد که به طور کامل به اهداف خود دست یافته‌اند و نمره «سه» از آن طرح‌هایی است که به نحو قابل توجهی از اهداف تعیین شده فراتر رفته‌اند و یا این کار را با بودجه‌ای کمتر از حد مقرر یا بسیار سریعتر از آنچه برنامه‌ریزی شده، انجام داده‌اند.

از طریق ضرب نمره هر طرح در میزان هزینه‌ای که صرف آن شده و تقسیم مجموع حاصل ضرب‌های به دست آمده بر کل هزینه طرح‌ها، نمره عملکرد هر بخش از سازمان به دست می‌آید. این عمل، برای هر بخش از مرکز تحقیقات، میانگین موزونی از نمره برآورد طرح‌های آن به دست می‌دهد که این وزنها، همان میزان هزینه‌ای است که صرف هر طرح شده و بیانگر اندازه طرح نیز است. این شاخص‌های عملکرد از سال ۱۹۷۱ به طور منظم محاسبه شده و برای مقایسه بخش‌های مختلف با یکدیگر و نیز نظارت بر پیشرفت هر اداره در طول زمان، به کار رفته‌اند. امتیازبندی اداری همچنین به عنوان یکی از چهار عامل هم‌وزنی که تعیین‌کننده پاداش سالانه رییس هر اداره است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

امتیازبندی طرح‌ها قابل تغییر بوده و شرایطی نیز برای موارد استثنایی در نظر گرفته می‌شود. برای مثال، به طرح‌هایی که ناکامیشان در دستیابی به اهداف تعیین شده، معلول عواملی خارج از حوزه اختیار تیم طرح است، به جای «صفر»، نمره «یک» داده می‌شود. به همین دلیل، واکنش کارکنان در مورد این شیوه، پس از مقاومت و ناراضی‌های اولیه، در اغلب موارد مثبت است.

می شوند معمولاً تا چند دوره بعد نتایج خود را نشان نمی دهند؛
۴- گنجاندن یک بعد کیفیتی در سنجش؛

هدگنجاندن مفهوم اثربخشی و کارایی در سنجش بهره‌وری.

مانند^۳، در زمینه تعریف بهبود - که خود به تعریف بهره‌وری بستگی دارد - نسبت به استفاده از رابطه درون‌داد - برون‌دادی که حوزه نیازمند به بهبود را مورد سنجش قرار نمی دهد، هشدار داده است؛ از قبیل استفاده از نیروی کار، منابع مالی و یا ارزش خارجی. وی همچنین نسبت به خطاهایی هشدار می دهد که معلول این عوامل هستند: به کارگیری روشهای بیش از حد سهل گرایانه در سنجش برون‌داد، به حساب آوردن برون‌دادهایی که هنوز نهایی نیستند، به حساب آوردن برون‌دادهایی که ارتباطی با اهداف و درون‌دادها ندارند و سرانجام، بهینه سازی ناقص و به عبارتی، سنجش بهره‌وری بخش بسیار کوچکی از سازمان.

ترکیب^۴، مشکل بهینه‌سازی ناقص را برحسب سه نوع سطح سنجش، مشخص می کند: کارایی مدیریتی، کارایی برنامه‌ای و اثربخشی سیاست‌گذاری. اما در عین حال، وی این سطوح سنجش را با استفاده از مثال شبکه‌ای از واحدهای بهداشتی دولتی که در مقابل یک بیماری واگیردار ایجاد مصونیت می نمایند، به روشنی توضیح می دهد. کارایی مدیریتی توسط هزینه هر واحد مصون سازی انجام شده، سنجیده می شود. شاخصهای کارایی برنامه‌ای، میزان شیوع بیماری و یا درصد جمعیت آلوده است - به عبارت دیگر،

بخش دوم این شیوه (ارزیابی ارزش بالقوه هر یک از طرحهایی که برای توسعه بعدی، به یکی دیگر از واحدهای سازمان تحویل داده شده‌اند) روالی بسیار پیچیده‌تر از اولی دارد. محاسبات مربوط مستلزم برآورد موارد زیر است:

۱- کسب بازاری که توسعه جدید از نظر فنی و اقتصادی پاسخگو است؛

۲- کل هزینه‌ای که مشتری باید پردازد تا بتواند به کارکردی که هدف توسعه جدید است - با این فرض که مشتری در حال حاضر از بهترین جایگزین موجود برای توسعه جدید استفاده می کند - دستیابی پیدا کند؛

۳- درآمد سالانه حاصل از فروش به کل بازار به گونه‌ای که بهای توسعه جدید طوری تعیین شود که کل هزینه مشتری با مقدار برآورد شده در بند ۲، برابر باشد.

گام سوم، ارزش فرصت کسب و کار توسعه جدید را به دست می دهد. کارایی یک واحد تحقیقاتی در ایجاد موفقیت، به طریق زیر محاسبه می شود: جمع ارزش کلیه فرصتهای کسب و کاری ایجاد شده توسط طرحهای تحقیقاتی در طی سال و تقسیم آن بر کل هزینه واحد تحقیقاتی تحت ارزشیابی. این محاسبات، شاخص بازده تحقیقات واحد تحقیقاتی را به دست می دهد. فرصتهای کل ایجاد شده و شاخص بازده تحقیقات، هر دو برای مقایسه‌هایی بین مراکز مختلف و سالهای مختلف یک مرکز به کار گرفته می شوند. انواع مختلف تحقیق نیز از این طریق قابل مقایسه هستند.

تحقیق درباره سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه

مضمون مهمی که در بسیاری از کارهای عام در مورد سنجش بهره‌وری وجود دارد، واقعیتی است مبنی بر اینکه سنجش بهره‌وری می تواند به طور جدی، ولی از راههای ظریف، به بیراهه کشیده شود. «تر»^۱، درباره چند عمل رایج، هشدار می دهد: توقع به کارگیری استانداردهای عملکرد برای سنجش برون‌داد کارهایی (نظیر تحقیق و توسعه) که تکراری نیستند؛ لحاظ نکردن تورم در شاخصهای بهره‌وری (زمانی که برای ارزشیابی برون‌داد یا درون‌داد از پول استفاده می شود) و استفاده از شاخصهایی (همچون شاخص سودآوری) برای بهره‌وری که خود تحت تأثیر عواملی هستند که هیچ‌گونه اثر مستقیمی بر کارایی اصلی تولید برون‌داد ندارند.

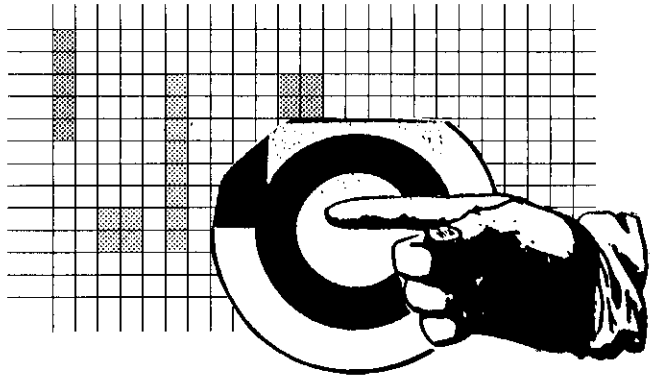
روح^۲ این مضمون را با مطرح کردن پنج طبقه از مشکلات سنجش بهره‌وری «دانشوران» که مهندسان و دانش‌آموختگان علوم پایه از جمله این دانشوران هستند نشان می دهد:

۱- دشواری تعریف برون‌داد یا مشارکتی که دانشوران با یکدیگر دارند؛

۲- فایق آمدن برگرایش به اندازه‌گیری فعالیتها (برای مثال تعداد گزارشهای تهیه شده و تعداد خطوط برنامه‌های کامپیوتری) به جای سنجش نتایج؛

۳- انطباق برون‌دادها در یک چهارچوب زمانی خاص. درون‌دادهایی که در یک دوره زمانی توسط محققان مصرف





شاخصهایی که نشان دهنده اهداف اصلی برنامه هستند. باید توجه داشت که ممکن است کارایی مدیریتی با اهداف برنامه، در تضاد و تعارض قرار گیرد. برای مثال، ممکن است هزینه هر واحد مصون سازی، از طریق عدم مراجعه به بخشهای صعب العبور جمعیتی، تقلیل یابد. به همین ترتیب، بهبود اثر بخشی مقابله با یک بیماری خاص، نسبت به چهارچوب گسترده تر خط مشی بهداشت عمومی نیز، یک بهینه سازی ناقص خواهد بود. در این صورت، بیماریهای شایعتر و خطرناکتر که امکان کنترل آنها وجود دارد، ممکن است کنترل نشده باقی بمانند. بنابراین، شاخصهای اثربخشی سیاستگذاری نظیر شاخصهای امید به زندگی یا شیوع معلولیتها، باید نشان دهنده وضعیت بهداشت عمومی مردم باشد.

یکی از انواع گمراه کننده سنجش بهره‌وری که در مواردی به دلیل دشواری بیان کمی برون داد تحقیق و توسعه پیشنهاد می شود، سنجش زمان «بهره‌ور» مهندسان و محققان است. برای مثال، نیوبرن^۵ چنین پیشنهاد می کند:

میزان ساعتی که کارکنان به کار بهره‌ور (در مقابل کار غیر بهره‌ور، که تعاریف آنها پیش از انجام دادن مطالعه مورد توافق قرار گرفته اند) اشتغال دارند، سنجش دقیقی از بهره‌وری به دست می دهد که می توان آن را به صورت درصد بیان کرد. برای مثال، می توان از این سنجش برای پاسخگویی به این سؤال که آیا یک گروه از محققان در یک بخش تحقیقاتی، از گروهی در بخش دیگر بهره‌ورترند یا نه؟، استفاده کرد.

این نوع سنجش در صنعت هوا-فضا نیز مورد استفاده قرار گرفته است.^۶ با وجود این، همان گونه که تر یاد آورد می شود، «صرف وقت بر روی یک طرح لزوماً به معنی تکمیل موفقیت آمیز آن، نیست». این نکته نیز واضح است که دانستن اینکه بهره‌وری دو گروه از محققان، براساس سنجش «زمان بهره‌ور»، ۱۰۰ درصد است، اطلاعاتی در مورد بهره‌وری نسبی آن دو به ما نمی دهد. در بهترین صورت، «درصد زمان صرف شده برای کار بهره‌ور» ممکن است به عنوان متغیری برای توضیح تفاوت‌های سنجش بهره‌وری و تعیین منابع احتمالی استفاده نامناسب (برای نمونه کاغذبازی بی‌رویه در ادارات) به کار آید.

رویکرد دیگری که معمولاً به عنوان شیوه‌ای برای سنجش بهره‌وری پیشنهاد می شود، مبتنی بر مقایسه پیشرفت عملی یک طرح

با پیشرفت برنامه‌ریزی شده آن است. این رویکرد را می توان مدیریت بر مبنای مقاطع حساس نامید که شامل گونه‌های متعددی بوده و می تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی سودمند باشد، ولی با این حال بهره‌وری نیست. در واقع، در برخی از گونه‌های این رویکرد، آنچه مورد سنجش قرار می گیرد اساساً دقت برآورد منابع است.

آیناردی^۷، کوستورا^۸ و شاور^۹، روش مورد استفاده‌ای را برای سنجش بهره‌وری مهندسی در یک بخش بزرگ‌آلات و ادوات برقی مربوط به یک شرکت خصوصی، شرح داده‌اند. در شاخص بهره‌وری مورد استفاده آنان، چنین فرض می شود که عملیات طرح، جریان مداوم و ثابتی در سازمان دارند که در هر لحظه، مراحل مختلف طرح با یکدیگر همپوشانی دارند. این شاخص، نفر-ساعت صرف شده برای برون داد را بین دوره زمانی مینا و دوره زمانی جاری اندازه گیری می کند. در حقیقت، آنچه مورد مقایسه قرار می گیرد، نفر-ساعت صرف شده برای برون داد در دوره زمانی مینا با نفر-ساعت صرف شده در دوره جاری برای تولید همان برون داد دوره زمانی مینا است.

با وجود این، فرض برون داد ثابت برای اغلب فعالیت‌های تحقیقاتی، غیر واقع بینانه به نظر می رسد.

سنجش برون دادهای تحقیق و توسعه

بخش عظیمی از آثار مکتوب مربوط به سنجش برون داد تحقیق و توسعه، استفاده از تعداد مقالات منتشره، تعداد استاد به مقالات منتشره و یا ترکیب انتشار و استناد آنها را مورد تأکید قرار داده‌اند. چنین مطالعاتی نسبت به مخالفت‌های آشکار و پنهان در مورد معیارهای سنجش، چندان بی توجه نیستند. با وجود این، قابل شمارش بودن انتشارات و استنادها و نیز فقدان نسبی ارقام قابل شمارش دیگر، ظاهراً مقاومت در برابر این معیارها را دشوار می سازد. لی پتر^{۱۱}، با نیاز به یافتن محصولات تکراری در تحقیقات علمی به عنوان پیش نیاز اعمال مفهوم بهره‌وری، به این نتیجه می رسد که باید اشکال «بدیع» و «اصیل» توصیفها، تعریفها، فرضیه‌ها، توضیحا و تجربه‌های موجود در مقالات علمی را نیز به حساب آورد. هر چند باید تلاشهای لی پتر را در معنادگی به چنین شمارشهایی ستود - برای مثال، استفاده از وزنها و مقیاسها برای مرتبط ساختن چیزهای شمارش شده با زمینه‌های مورد علاقه و اهداف مشخص - ولی به نظر می رسد که این رویکرد چیزی بیش از یک کار دانشگاهی نباشد.

مطالعه دیگری که نه فقط به دلیل سهم آن در سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، بلکه به دلیل حوزه تحت پوشش آن، باید مورد اشاره قرار گیرد، طرح یونسکو برای ارزیابی برآورد عوامل سازمانی و عملکرد واحدهای تحقیقاتی است. ۱۱ هزار نفر از تقریباً ۱۲۰۰ واحد تحقیقاتی در کشورهای اتریش، بلژیک، فنلاند، مجارستان، لهستان و سوئد در این مطالعه شرکت کردند. گردآوری اطلاعات با استفاده از پرسشنامه‌هایی به عمل آمد که توسط پنج گروه پاسخ دهنده شامل رؤسای واحد تحقیقاتی، محققان و سایر کارکنان

متخصص، کارکنان پشتیبانی و خدمات کارکنان اداری، و ارزیابهای خارج از واحد تحقیقاتی، پاسخ داده شد. ده شاخص عملکرد اساسی از این پرسشنامه‌ها به دست آمد که عبارت است از: برونداد نوشتاری منتشر شده؛ گواهیهای ثبت اختراع و نمونه‌های نیمه‌صنعتی؛ گزارشها و الگوریتم‌ها؛ کمکی فراگیر به علوم و تکنولوژی؛ قدردانیهای به عمل آمده از واحد؛ اثربخشی اجتماعی واحد؛ اثربخشی آموزشی واحد؛ اثربخشی اداری واحد؛ اثربخشی تحقیقاتی واحد و اثربخشی کاربردی واحد.

منبع ارزیاب شاخصهای کمی، رییس واحدی بود که از وی خواسته شد، تعداد هریک از انواع محصولات تولید شده توسط واحد خود، ظرف سه سال گذشته را ارائه دهد. اندازه‌گیری شاخصهای کیفی با نمره دادن براساس یک مقیاس پنج نمره‌ای توسط رییس واحد، یکی از محققان عضو و یک یا چند ارزیاب خارجی انجام گرفت. برای سهولت در امر تجزیه و تحلیل، داده‌ها براساس کشور، حوزه تحقیق و شاخه علمی طبقه‌بندی شدند.

مجریان این مطالعه اذعان دارند که کمال مطلوب آن است که از اعضای واحد تحقیقات تحت ارزیابی، به عنوان منابع برونداد استفاده نشود. به اعتقاد آنان، اعضای واحد، خود بهتر می‌دانند که نحوه کارشان چگونه است و چنانچه محرمانه بودن اطلاعات تضمین شود، نمره‌دهی دقیقی انجام می‌دهند. آنان دریافتند که نمره‌دهی قضاوت‌کنندگان بیرونی و اعضای واحدها، با هم سازگار است.

بایات و کوهن^{۱۱} برای بیان کمی برونداد تحقیقات پایه، رویکردی را پیشنهاد می‌کنند که شاید از نظر افرادی که خواهان بیان این برونداها به زبان اقتصادی هستند، مطلوب به نظر برسد. توجه آنها به سنجش منافع بلند مدتی است که از کاربرد ایده‌های بنیادین حاصل از تحقیقات پایه در اقتصاد، ناشی می‌شود. چنین تحقیقاتی را می‌توان گونه‌ای سرمایه‌گذاری قلمداد کرد که صنایع عمده و بزرگی به بار می‌آوردند و یا طی چندین دهه موجب تغییر جهت صنایع موجود می‌شوند. نمونه‌های قابل ذکر در این زمینه عبارت است از صنایع برق، نیمه‌هادیها و نیروگاههای هسته‌ای. هریک از صنایع مزبور، منافع کلی اقتصادی برای مملکت حاصل کرده و یا خواهد کرد. می‌توان این منافع کلی را هنگام آغاز تحقیقات کاربردی مرتبط با هر صنعت خاص، به ارزش حال برگرداند. از طریق به دست آوردن ارزش فعلی تحقیقات کاربردی، توسعه‌ای و سرمایه‌گذاری فیزیکی لازم، می‌توان منافع خالص سرمایه‌گذاری را محاسبه کرد.

تخمین ارزش یک اکتشاف علمی خاص به این معنی است که پرسیده شود منافع خالص ناشی از تعویق - یا سرعت گرفتن - اکتشاف مورد نظر در نتیجه تغییر بودجه‌های تحقیقاتی - چه می‌تواند باشد، بنابراین، توجه بایات و کوهن به پیامدهای اقتصادی تغییرات نهایی در حمایت دولت از تحقیقات پایه است؛ نه پیامدهای اکتشافی که هنوز تحقق پیدا نکرده است. باید توجه داشت که فاصله زمانی میان اکتشافات بنیادین که در نهایت به صنایع کاملاً تازه‌ای منجر می‌شود و آغاز به کار این صنایع ممکن است ۱۵ تا ۵۰ سال باشد.

این گونه تغییرات بودجه‌های تحقیقاتی در برخی موارد پیامدهای اقتصادی اندکی دارند. بدیهی است محاسبات لازم برای چنین رویکردی کاملاً ابتدایی و غیردقیق خواهد بود.

شاید ارزشمندترین راه پرداختن به مسأله سنجش برونداد، شیوه‌ای است که آلن^{۱۲} در ارزیابی شبکه‌های ارتباطی و اطلاعات مورد استفاده مهندسان و محققان و سازمانهایشان، به کار گرفته است. آلن برای این مطالعه، چندین گروه و یا چندین طرح را برای حل مشکلات تخصصی مشابه انتخاب کرد. وی با زیرکی و تیزهوشی خاص، این گونه «طرحهای دوقلو» را از طریق آ.ا.ف. پی^{۱۳} های اعلام شده در نشریه «کامرس بیزینس دیلی»^{۱۴} به دست آورد. به این ترتیب، آلن توانست از وضعیتی بهره گیرد که در برگیرنده تکرار و همانندسازی فعالیتهای تحقیقاتی بود. ارزیابی کیفیت برونداهاى مشترک طرحهای دوقلو، توسط کارکنان فنی مراکز تحقیقاتی دولتی که مسؤلیت آنها مراقبت و ارزیابی فعالیتهاست، انجام گرفت.

گردآوری شاخصهای بهره‌وری تحقیق و توسعه

اداره مرکزی مهندسی شرکت فیلیپس پترولیوم، برای نشان دادن بهره‌وری بخشهایی که برونداد آنها، حداقل تا اندازه‌ای، یکپارچه و قابل شمارش در نظر گرفته شده است، شاخصهای عددی به وجود آورده و در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌دهد. این بخشها شامل بخش طراحی، برآورد هزینه و نقشه‌کشی است. نمونه برونداهاى که از هریک از این بخشها مورد شمارش قرار گرفته‌اند عبارت است از تعداد فلوجارتها، برآوردهای هزینه و نقشه‌ها. ظرف یک دوره دوساله زمانی استاندارد برای تولید هریک از انواع این برونداها به دست آمد. علاوه برآن، برای به حساب آوردن سطوح مختلف پیچیدگی هر نوع برونداد، ضریب پیچیدگی مخصوصی تعیین شد. فشردگی نقشه‌ها و تعداد اقلام در یک برآورد هزینه، نمونه چنین ضرایبی هستند. هر سه ماه یکبار، بهره‌وری هر بخش با مقایسه شاخص ساعتی واقعی و شاخص ساعت استاندارد به ازای واحد برونداد، اندازه‌گیری می‌شود. شمارش برونداد توسط سرپرستان بخش صورت می‌پذیرد.

این گونه شاخصهای بهره‌وری، به عنوان ابزار کمکی در گزینش نیروی کار و نشانگرهایی همانند دماسنج برای مشخص کردن حوزه‌های احتمالاً مشکل‌آفرین، به کار گرفته می‌شوند. با این حال، کاربرد اصلی آنها، برآوردن یک نیاز سراسری در سازمان است با این هدف که تمامی واحدهای آن، دستگاهی از معیارهای سنجش بهره‌وری فراهم آورده آنها را در نظام مدیریتی سازمان بگنجانند. کارکنان مهندسی تحت پوشش این شیوه - شامل مهندسان شیمی، عمران و برق - با این شاخصها میانه خوبی ندارند. آنان هدفمند بودن سنجشهای برونداد را - که اساساً شمارش اشیاست - مورد سؤال قرار می‌دهند و نیز به عنوان کارکنان حرفه‌ای، از سنجیده شدن به این شیوه آزرده خاطر بوده، از تن در دادن به آن گریزان هستند. در نتیجه، اداره مرکزی مهندسی در نظر دارد شیوه جاری را با شیوه دیگری از

جمع‌آوری داده‌های برونداد که مناسبتر است، جایگزین کند. در این شیوه، شمارش برونداها از منابع داده‌هایی که قبلاً موجود بوده، به دست خواهند آمد. با وجود این، هرچه شیوه گردآوری کم نمودتر باشد، قابلیت آن برای در نظر گرفتن پیچیدگیها نیز کاهش می‌یابد.

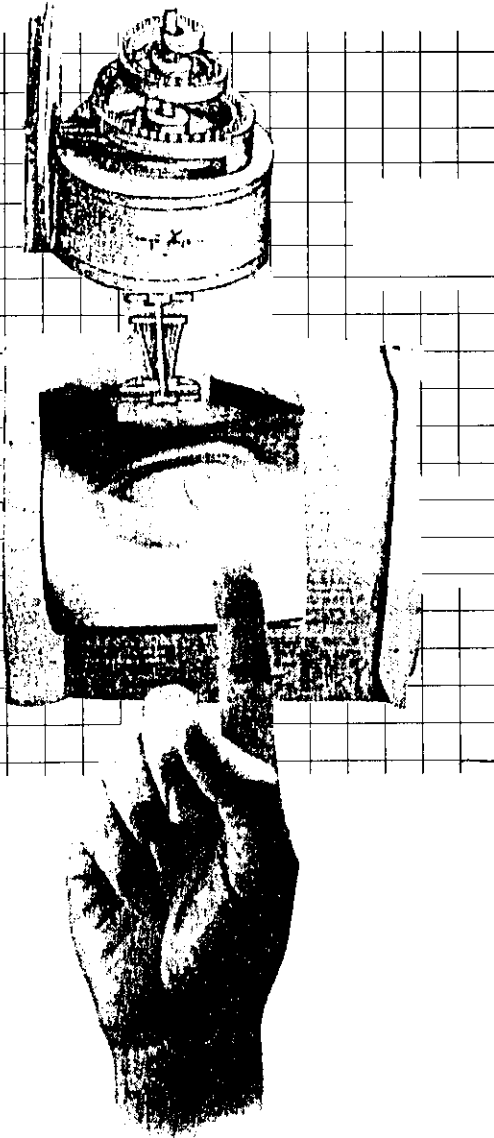
در شرکت دیترویت ادیسون، برای سنجش بهره‌وری واحدهای مهندسی، از «تعداد طراحیها به ازای هر نفر-ساعت مهندس» و «تعداد طرحهای مهندسی (ضربدر ضریب پیچیدگی) به ازای هر نفر-ساعت مهندس» استفاده می‌کنند. برنامه‌های بهبود بهره‌وری به‌طور منظم برحسب صرفه‌جویی سالانه در نفر-سال مهندس - که از طریق این برنامه حاصل می‌شود - مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. برای مثال، تعویض روش ثبت دستی نقشه‌ها با روش کامپیوتری، تعداد نقشه‌کشیهای لازم را برای تهیه نقشه‌ها از ۵۰ نفر، به ۱۰ نفر تقلیل داد. دلیل امکانپذیر بودن این نوع سنجش آن است که خدمات یا برونداد عرضه شده، قبل و بعد از ایجاد تغییرات اصلاحی، یکسان است.

یکی دیگر از زمینه‌هایی که در آن مثالی از مقایسه منظم عملکرد حقیقی با استانداردهای تثبیت شده مشاهده شد، ساخت و توسعه نرم‌افزار، برای سیستم‌های کامپیوتری بزرگ و منحصر به فرد است. برونداها در این واحد از شرکت برحسب «تعداد خطوط برنامه کامپیوتری منبع^{۱۵}» - که عبارت از تمامی خطهای نوشته شده به جز متنها توسط یک برنامه‌نویس است - و نیز برحسب مقدار حافظه سرعت بالای مورد استفاده، تعریف می‌شوند. وزنهای قضاوتی نیز که نشان‌دهنده دشواری برنامه باشند، در تعداد خطوط ضرب می‌شوند. در مخرج کسر، شاخص تعداد نفر-هفته برنامه‌نویس قرار می‌گیرد.

یک شرکت دیگر، به دلیل دشواری بیان کمی بهره‌وری تحقیق و توسعه، اتکای فراوانی به روندها و تحلیل مقایسه‌ای دارد. کلیه واحدهای این شرکت سعی در سنجش بهره‌وری دارند. اما هر واحد، از شیوه‌هایی بهره می‌گیرد که با نقش و کارکرد خود تناسب بیشتری داشته باشد و در نتیجه، شیوه‌ها از واحدی به واحد دیگر متفاوت هستند. معاون مدیر عامل شرکت، شیوه‌های اندازه‌گیری بهره‌وری واحدهای تحقیقات پایه‌ای، توسعه‌ای و مهندسی را به‌طور مختصر و به شرح زیر توضیح داده است:

مدیریت تحقیقات پایه‌ای برای سنجش عملکرد در این شرکت، بر شیوه‌های ارزیابی فنی تأکید می‌ورزد. این شیوه‌ها عبارت است از میزگردهای علمی برای قضاوت در مورد کیفیت منابع علمی آنها و تأثیر اکتشافات، شاخصهای استناد به نوشته‌ها برای سنجش استنباطها و تأثیرات بیرونی، تجزیه و تحلیل گواهیهای ثبت اختراع و درجه‌بندی ارزش طرحهای تحقیقاتی که در عین حال، برآوردی از احتمال اکتشاف و ارزش بالقوه چنین اکتشافی نیز در نظر گرفته می‌شود.

مدیریت تحقیقات توسعه‌ای برای بیان کارایی تحقیقات، از شاخصهای تخصیص منابع استفاده می‌کند. این شاخصها، مواردی همچون تعداد آزمایشهای تحلیلی انجام شده به ازای هر متخصص، تعداد راکتورهای به کار انداخته شده به ازای هر متخصص، تعداد



■ مشکل بتوان برای یک معیار منفرد بهره‌وری، کاربردی را تصور نمود... معیارهای بهره‌وری صرفاً برای مقایسه هستند، ما تقریباً بالأخص به تفاوتها در بهره‌وری یا تغییرات آن علاقه‌مندیم.

تک‌سنسین‌های آزمایشگاه به ازای هر متخصص و تعداد غیرمتخصصان کارخانه نیمه صنعتی به ازای هر متخصص را مورد سنجش قرار می‌دهند. روند این شاخصها و یا به عبارت دقیقتر، تغییرات این روندها، ابزاری برای توجه بیشتر به بهره‌وری است.

روشهای مورد استفاده مدیریت مهندسی عبارت از به کارگیری گروه کاری ویژه، با هدف بررسی و ارزیابی کارایی، مقایسه هزینه‌های نیروی انسانی داخلی با هزینه‌ها و نیروی انسانی پیمانکاران خارج از شرکت برای کارهای مشابه و تحلیل روند و وضعیت، هزینه‌ها و نیروی انسانی داخلی برای کارهای مهندسی

است. همچنین، برای تشخیص و بررسی تغییرات بهره‌وری ناشی از استفاده یا عدم استفاده از ابزارهای مختلف کامپیوتر (گروه مشخصی قبل و بعد از استفاده از ابزار، مورد مطالعه قرار می‌گیرد).

شرکت بعدی، برای ارزشیابی قسمتهای مختلف خود، از «عدد شایستگی» که اساساً واحدی برای سنجش بازده سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه است، استفاده می‌کند. بنا به تعریف، این شاخص عبارت است از خارج قسمت تقسیم سود حاصل در طول یک دوره پنجساله پیش از کسر مالیات، بر هزینه‌های تحقیق و توسعه همان دوره. براساس فرض شرکت، تغییرات میزان فروش و سود، ناشی از تغییرات هزینه‌های تحقیق و توسعه بوده، تأثیر توابع دیگر، همچون تولید و بازاریابی، نسبتاً پایدار است. این شاخص برای هر قسمت محاسبه شده، برای تعیین افزایش دستمزدها و ترفیعات مدیران قسمتها استفاده می‌شود. گاهی اوقات شرکت اقدام به تهیه «نمودار برداشت محصول» می‌نماید. این نمودار نشان دهنده فروش سالانه محصولاتی است که در سالهای قبلی پدید آمده‌اند. شرکت براساس این نمودارها، «سالهای پر محصول» خود را تعیین می‌کند.

رییس قسمت تحقیق و توسعه یک شرکت دیگر، پیش از توسعه هر محصول، به برآورد کمیتهای زیر پرداخته، پس از تجاری سازی آن محصول، آنها را با واقعیت‌های عملی اجرا شده مقایسه می‌کند:

درآمدهای سه ساله پیش‌بینی شده قبل از مالیات در صورت توسعه محصول؛ هزینه توسعه محصول؛ نسبت این دو برآورد؛ زمان لازم برای توسعه محصول و نفر - ماه مورد نیاز. برآوردهای پیش‌بینی با همکاری اداره بازاریابی و بر مبنای رأی و نظر این اداره در مورد اندازه و نفوذپذیری بازار انجام می‌گیرد. برای هر برنامه یا محصول، برآوردهای پیش‌بینی هنگام و پس‌هنگام به صورت جداولی مشخص آماده می‌شوند.

از نظر رییس این قسمت، این شیوه‌ای است نسبتاً آسان که عملکرد آن سهل و راحت بوده، نیاز به وقت زیادی ندارد. از زمان آغاز این شیوه در سالهای ۷۱-۱۹۷۰، مجریان آن همواره خود را مورد نقادی قرار داده‌اند تا با استعانت از نوشته‌ها و مقالات دیگران و سایر قسمتهای شرکت، به شیوه بهتری دست یابند، اما در عین حال، موفقیتی کسب نکرده‌اند. براساس این شیوه سنجش، عملکرد به طور مستقیم با دستمزد افراد ارتباط نمی‌یابد؛ هرچند که ممکن است عملکرد ضعیف در سطح برنامه، پاداشهایی را که به برنامه تعلق می‌گیرد تحت تأثیر قرار دهد. بر همین اساس، شیوه مذکور در درجه اول فرایندی خودآموز و ابزاری برای برقراری ارتباط خود با مدیران و ارتباط مدیران با یکدیگر است. این شیوه به عنوان یک ابزار کنترل داخلی به خدمت گرفته می‌شود.

یک الگوریتم کمی

شرکتی ظرف دهه گذشته با شکلهای مختلف یک الگوریتم کمی که به طور سالانه برای رده‌بندی برون‌داد برنامه‌های تحقیق و توسعه‌ای این شرکت به کار می‌روند، تجربیاتی کسب کرده است. این الگوریتم

که «ارزش برنامه» را به دست می‌دهد - در حال حاضر از چهار عامل تشکیل می‌شود: سود سالانه بالقوه، احتمال تجاری سازی، وضعیت رقابت فنی (در مقایسه با رقبا) و جامعیت طرح تحقیق و توسعه. این عوامل، براساس مجموعه‌ای از مقیاسهای رده‌بندی، مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند. مدیر طرح‌ریزی تحقیق و توسعه این شرکت، برای محاسبه «ارزش برنامه» راهنماییهای زیر را ارائه داده است:

نقطه آغاز محاسبه «ارزش برنامه»، ارزشیابی سود سالانه بالقوه است. سود سالانه بالقوه، عبارت از درآمد سالانه پیش از کسر مالیات است که در نتیجه تجاری‌سازی موفقیت‌آمیز برون‌داد طرح تحقیقاتی یا توسعه‌ای حاصل شده است. حصول منافع مالی، به سه طریق عمده امکانپذیر است:

۱- محصول یا کسب و کار کاملاً جدید از یک طرح تحقیق و توسعه‌ای به‌گونه‌ای حاصل شود که عایدات جدیدی را برای مؤسسه به همراه داشته باشد؛

۲- طرحهای تحقیق و توسعه‌ای، ویژگیهای جدیدی را به محصولات موجود اضافه کنند و به این ترتیب میزان فروش را حفظ کرده یا افزایش دهند؛

۳- امکان سوم این است که طرحهای تحقیق و توسعه در امر بهینه‌سازی کاهش هزینه‌ها، اثربخش باشند.

امکان دارد برون‌داد یک برنامه تحقیق و توسعه‌ای مشخص، بر حوزه‌ها و احتمالاً شاخه‌های مختلف کسب و کار تأثیر بگذارد. در این صورت، مشروط به وجود منافع مجزا برای هر یک از آنها، بیش از یک نوع سود بالقوه در کار خواهد بود.

عامل بعدی که باید مورد توجه قرار گیرد، «احتمال تجاری سازی» است. در اینجا، سعی بر آن است که تناسب کلی برنامه تحقیق و توسعه با طرحهای راهبردی، اهداف بلندمدت و آرمانهای تجاری فعلی یا آتی، مورد ارزیابی قرار گیرد. می‌توان از ارزشهای کمی زیر و در صورت لزوم به همراه ارزشهای واسطه‌ای یا استنباطی، به عنوان یک راهنمای کلی، استفاده کرد:

ضریب	احتمال تجاری سازی
۱/۰	انتقال تکنولوژی در حال انجام است و یا در طرحهای راهبردی کسب و کار مورد توجه قرار گرفته است.
۰/۷	تکنولوژی، با کسب و کار ارتباط تنگاتنگ دارد و کسب و کار به تکنولوژی نیاز داشته و در آن سرمایه‌گذاری کرده است.
۰/۴	کسب و کار موجود علاقه چندانی به تکنولوژی ندارد و یا با دید منفی به آن می‌نگرد.
۰/۱	هنوز کاربرد خاصی در کسب و کار برای آن در نظر گرفته نشده است.

عامل دیگر، «رده فنی رقابتی» است. در اینجا سعی بر آن است تا رده رقابتی حقیقی تلاشهای تحقیقاتی، نقاط قوت تاریخی، استعداد و ظرفیت منابع و جایگاه و قوت آن نسبت به اقدامات مشابه رقابتی

بازشناخته شود. راهنماییهای دیگر را می توان به صورت موارد زیر نشان داد:

ضریب	رده فنی رقابتی
۱/۰	طرح موردنظر، پشتتازی علمی وفنی سابقه دار خود را ادامه داده و از فعالیتهای رقابت جویانه دیگر جلو تراست.
۰/۸	عقیده بر این است که رویکرد علمی وفنی موردنظر، به مراتب برتر است.
۰/۵	رویکرد موردنظر، به اندازه تحقیق و توسعه های رقیب، اثربخش است.
۰/۳	رویکردهای دیگر شدیداً مورد حمایت هستند ولی رویکرد مورد نظر مزایای خاصی دارد.
۰/۱	کار تکراری است و رقیبان احتمالاً بر آن پیشی گرفته اند.

آخرین عامل، «جامعیت» است. همانگونه که پیشتر در بحث درباره سود بالقوه اشاره شد، هنگام تعیین و تصمیم گیری درباره فروشهای آینده، کمی امکان آزادی عمل در انتخاب محصول وجود دارد. هدف برخی از طرحهای تحقیق و توسعه، ارائه محصول به طور جامع و کامل است. پرواضح است که چنین طرحهایی برای دستیابی به فروش بیشتر، نقش کلیدی دارند و نباید سود بالقوه آنها را دست کم گرفت. سودهایی نیز که از بهبود و کاهش هزینه پیش بینی می شود، نباید تحت الشعاع ضریب جامعیت، نادیده انگاشته شود. هدف برخی دیگر از برنامه های تحقیق و توسعه، تنها بخشی از محصول است و از این رو، به همین نسبت در پیش بینی فروش سهم است. در زمینه های دیگر، همانند زمانی که کار در مراحل اولیه تعریف قرار دارد، طرحهای تحقیقاتی نقش چندانی در سود سالانه آنها ایفا نمی کند. راهنماییهای دیگر، شامل موارد زیر است:

ضریب	جامعیت طرح تحقیق و توسعه
۱/۵	کلیه کاهشهای هزینه ناشی از طرح تحقیق و توسعه است و با طرح تحقیق و توسعه ای به طور جامع به محصولاتی می پردازد که روی سود سالانه بالقوه آن حساب می شود.
۰/۳	طرح موردنظر به طور جامع به جزء اصلی یا حوزه فنی عمده محصولی می پردازد که روی سود سالانه بالقوه آن حساب می شود.
۰/۱	طرح موردنظر تنها به یکی از اجزای اصلی یا حوزه های فنی کلیدی که برای محصول از نظر سود سالانه بالقوه حیاتی هستند، می پردازد.
۰/۱	هدف از طرح موردنظر، یک حوزه کلی از فرصت است. میان طرح تحقیق و توسعه و منافع کلی که به عنوان سود سالانه بالقوه معرفی می شود، ارتباط ضعیفی وجود دارد.

به این ترتیب، محاسبه «ارزش برنامه» به روش زیر صورت می گیرد:

- ۱- فروشهای جدید یا حفظ شده سالانه مبتنی بر کار تحقیقاتی انجام شده روی محصول کامل؛
- ۲- بهبود هزینه های سالیانه طبق محاسبات تحقیق در عملیات؛
- ۳- سود سالانه بالقوه = درصدی از مقدار بند ۱ فوق که نمایانگر میانگین افزایش درآمد پیش از کسر مالیات است به اضافه ۱۰۰ درصد (مقدار بند ۲ فوق)؛
- ۴- احتمال تجاری سازی؛
- ۵- وضعیت رقابت فنی؛
- ۶- جامعیت؛
- ۷- ارزش برنامه = حاصل ضرب مقادیر بندهای ۳، ۴، ۵، ۶؛
- ۸- ارزش کل برنامه، جمع ارزش تمامی کسب و کارها و محصولات است؛

۹- می توان بسته به سنوات، یک ضریب کاهش را در سود سالانه بالقوه ضرب کرد.

به طوری که پیشتر اشاره شد، جزئیات محاسبه «ارزش برنامه» با زمان تغییر می کند. اگر چه مدیر یک برنامه می تواند به وسیله الگوریتم مورد بحث، ارزش برنامه خود را محاسبه کند اما در عین حال، مؤسسه به مقادیر دقیق ارزش برنامه تکیه نمی کند. از سوی دیگر، تفاوت زیاد میان دو ارزش برنامه، مثل دو برابر بودن ارزش یکی نسبت به دیگری، نشانه مناسبی برای اولویت بندی بوده، نقطه شروع خوبی برای بحث درباره مقایسه تلاشهاست. بنابراین، الگوریتم مورد بحث، یک سازوکار تصمیم گیری نیست، بلکه ابزاری برای اخذ تصمیم در زمینه چگونگی تغییر ترکیب برنامه های تحقیق و توسعه به حساب می آید. قضاوت های مربوط به بهره وری برنامه ها، رکن مهمی در این گونه تصمیمات است. با تمام اینها، «ارزش برنامه» رابطه صریح و آشکاری با سنجش درون داد به منظور سنجش نظامند بهره وری ندارد.

سایر شاخصها

دو شرکت دیگر برای نظارت منظم بر روی برتری فنی برنامه های تحقیق و توسعه ای خود، به ثبت و بررسی شاخصهای زیر می پردازند: تعداد دفعات اعلام گواهی ثبت اختراع و مقالات منتشره، دریافت جوایز و درجات افتخاری توسط کارکنان تحقیقاتی، انتخاب کارکنان به عضویت آکادمی (فرهنگستانهای) ملی و میزان درخواست از کارکنان برای شرکت در کمیته ها و جلسات دولتی. هر چند این شاخصها، ثبت و بررسی می شوند، ولی هیچ اقدام مشخصی برای ایجاد ارتباط آنها با شاخصهای درون داد به عمل نیامده است. در مقابل، مدیران از آنها به همراه سایر اطلاعات (نظیر محصولات، هزینه ها و برنامه های زمان بندی پیش بینی شده در مقایسه با واقعیات عمل شده) برای انجام دادن قضاوت های کامل در زمینه عملکرد طرحهای تحقیقاتی خود، استفاده می کنند.

به اعتقاد مقامات رسمی مرکز تحقیقات یک شرکت دیگر،

مواردی همچون گواهی ثبت اختراع، انتشار مقالات و شرکت در گردهماییها، از جمله مصداق «ارتقاء وجهه» هستند نه بروندهایی که در ارتباط با درونداها مطرح می‌شوند. این مقامات، افزایش بهره‌وری ناشی از سرمایه‌گذاری در تجهیزاتی که منجر به کاهش نیروی کار می‌شود را اندازه‌گیری می‌کنند. برای مثال، طبق برآورد آنها در سال ۱۹۷۹، در نتیجه سرمایه‌گذاری بر روی تجهیزاتی که موجب تسهیل اجرای برخی از آزمایشها می‌شد، سبب کاهش ۱۰ نفر از تعداد لازم برای انجام دادن این آزمایشها نسبت به سالهای گذشته شد. از آنجا که عده کارکنان این مرکز تحقیقات بالغ بر ۵۰۰ نفر می‌شد، این کاهش به معنی ۲ درصد افزایش بهره‌وری است. مقامات رسمی دو شرکت دیگر، هرکدام به یک شاخص بهره‌وری اشاره کردند که هر از چندگاه برای دنبال کردن روندها و سمت و سوهای آینده به گردآوری اطلاعات مربوط به آنها می‌پردازند:

الف) تعداد درخواستهای گواهی ثبت اختراع به ازای افراد متخصص - و به ازای کارکنان. یک نفر وکیل ثبت اختراع، هر درخواست ثبت را براساس مقیاس از یک تا پنج، ارزشیابی می‌کند و نایب رییس سازمان که مسؤول مرکز تحقیقات است - یا یک نفر از کارکنان وی - مربوط بودن هر مورد ثبت را به زمینه کسب و کار سازمان، باز هم از یک تا پنج، درجه‌بندی می‌نماید.

ب) هزینه‌های پشتیبانی از کارکنان تحقیقاتی به ازای تعداد موارد تولید کالای جدید. شماری از شاخصهای کمی و کیفی بهره‌وری را که گاه‌به‌گاه مورد استفاده شرکت هیوز قرار می‌گیرد، فهرست شده است. چند مورد از این شاخصها در ستور فوق مطرح شدند و بقیه آنها، همچون «فروش به ازای هر کارمند»، «سود به ازای کل حقوق‌های پرداختی»، «میزان غیبت‌ها»، مشخصاً به بحث ما مربوط نمی‌شوند. مراکز تحقیقاتی پیل، در «تلاش برای غلبه بر سنجش ناپذیری»، فهرستی از ۶۸۳ نوآوری در سیستم‌های بل، در فاصله سالهای ۱۹۲۷ تا ۱۹۷۷ تهیه کرده‌اند که به گمان کارشناسان فنی، نمایانگر اکتشافات مهمی بوده است.

موانع سنجش بهره‌وری

اغلب گمان می‌رود که مانع اصلی سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، دشواری سنجش برونداد تحقیق و توسعه است. حتی برخی تا بدان حد پیش می‌روند که ادعا می‌کنند سنجش بروندهای تحقیق و توسعه و در نتیجه بهره‌وری تحقیق و توسعه، معنا و مفهومی ندارد. به نظر ما، نیمی از این عقیده، درست است. بدون آنکه بخواهیم مشکل سنجش برونداد را کم اهمیت جلوه دهیم، براین باور هستیم که مشکل اصلی سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، پس از سنجش برونداد رخ می‌نماید: مشکل، یافتن بروندادی دیگر برای مقایسه است. سیستم‌های مقایسه عملکرد حقیقی با عملکرد برنامه‌ریزی شده، همچون بخش نخست روش بورگ - وارنر، تنها در صورتی داده‌های بهره‌وری قابل مقایسه به دست می‌دهند که خود طرحها قابل مقایسه باشند. به عبارتی، اهداف مشترکی وجود داشته باشد که

با عملکرد حقیقی، مبنای مقایسه قرار گیرند.

باور ما به اینکه اساس و جوهره سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، یافتن مقایسه‌های معنی‌دار در مقاطع زمانی متفاوت یک سازمان معین و یا میان سازمانهای متفاوت است، بازشناسی این واقعیت است که سنجش بهره‌وری یک سازمان در یک مقطع زمانی، چنانچه نتوان آن را با سنجش دیگری مقایسه کرد، بی‌ارزش است. بدیهی است این امر تنها مختص سازمانهای تحقیقاتی نیست بلکه در مورد هر نوع سازمانی صدق می‌کند («مشکل بتوان برای یک معیار بهره‌وری به تنهایی کاربردی را تصور کرد.... معیارهای بهره‌وری صرفاً برای مقایسه هستند. ما تقریباً بالاخص به تفاوتها در بهره‌وری یا تغییرات بهره‌وری علاقه‌مندیم»^{۱۶}). بنابراین، به طور خلاصه باید گفت ایده سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه تنها در صورتی معنا و مفهوم خواهد داشت که مقایسه‌های منطقی و مستدلی قابل انجام باشد.

یادداشتها

- 1- Thor
- 2- Ruch
- 3- Mundel
- 4- Terleckyj
- 5- Newburn
- 6- "Measuring Engineering Efficiency" Chemical Engineering, December 24, 1962. pp. 91-92.
- 7- Aynardi
- 8- Kustara
- 9- Shauer
- 10- Lipetz
- 11- Byatt and Cohen
- 12- Allen
- 13- Request for Proposal (RFP) درخواست پیشنهاد طرح
- 14- Commerce Business Daily
- 15- Delivered Source Lines of Code
- 16- National Research Council, Measurement and Interpretation of Productivity; Washington, D.C: National Academy of Sciences, 1979, PP.21-22.

منبع:

"How Companies Measure the Productivity of Engineers and Scientists," Research Management, May 1982, 58-66.