

# ارزیابی بهره‌وری در مراکز تحقیق و توسعه (صنایع دفاع)

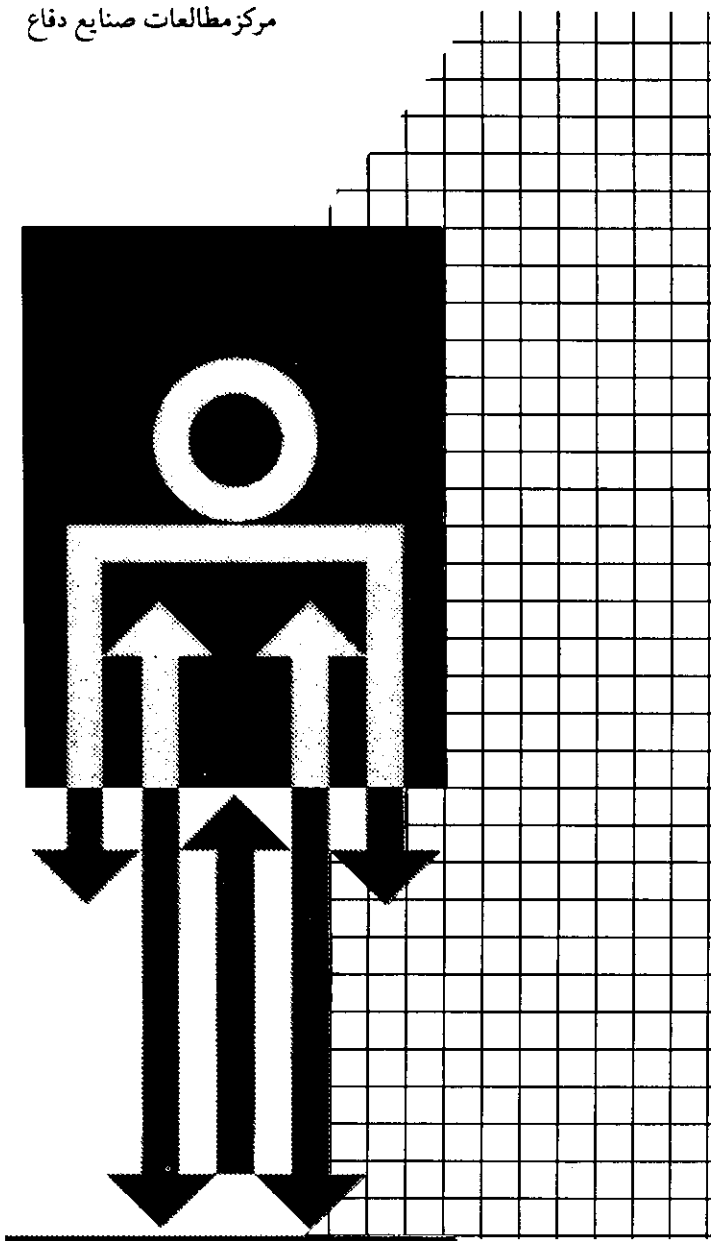
نویسنده: علیرضا بوشهری  
مرکز مطالعات صنایع دفاع

ارزش بر ورودی، در یک دوره زمانی مشخص برآورد کرد. برای نمونه، در یک مؤسسه اقتصادی، می‌توان با تقسیم سود سالانه بر نفر ساعت به کار گرفته شده، میزان بهره‌وری نیروی کار را در یک سال معین محاسبه کرد.

با وجودی که تعریف بهره‌وری در عبارت ساده خروجی تقسیم بر ورودی خلاصه می‌شود، با این حال، به‌کارگیری این مفهوم همواره خالی از اشکال نیست. هنگامی که ورودیها و خروجیهای سازمان به آسانی قابل تعریف نباشند و یا اینکه ارتباط بین آنها مبهم باشد، به‌کارگیری مفهوم ساده خروجی به ورودی به بررسی و تعمیق بیشتری نیاز خواهد داشت.

تحقیق و توسعه از جمله فعالیت‌هایی است که نمی‌توان این مفهوم ساده را به آسانی در مورد آن به کار گرفت. بسیاری از کوشش‌هایی که در این راه انجام شده، با شکست مواجه شده است (۱۰) و به همین دلیل، بسیاری از سازمان‌های تحقیق و توسعه موضوع بهره‌وری را به‌طور کلی کنار نهاده و یا اینکه به‌صورتی سطحی به آن پرداخته‌اند. (۲)، (۳) و (۱۰). با توجه به همین مشکلات، بسیاری از پژوهشگران نیز ارزیابی بهره‌وری تحقیق و توسعه در سطح سازمانها را کنار گذاشته به ارزیابی آن در سطح ملی پرداخته‌اند که این امر نیز با مشکلات عدیده‌ای روبه‌روست (۲) و (۴).

بدون شک، تحقیق و توسعه دفاعی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و به دلایلی که ارائه خواهد شد، بهره‌وری در تحقیق و توسعه و بخصوص تحقیق و توسعه دفاعی، تابع عوامل متعدد است و از همین روی نیز سنجش مقدار واقعی آن بسیار مشکل است. هنگامی که منظور نهایی از سنجش بهره‌وری، ارتقای کارایی و اثربخشی سازمان باشد، ارائه شاخصهای قابل قبول، امری ممکن و عملی است. این مقاله، حاصل تلاشی است که در جهت تعیین این



## مقدمه

طبق تعریف، بهره‌وری عبارت است از رابطه بین خروجی یک سازمان و ورودیهای مورد نیاز آن (۱). به عبارت دیگر، میزان کارایی و اثربخشی در استفاده از منابع یک سازمان (نیروی انسانی، مواد، ماشین‌آلات، تسهیلات و سرمایه) را بهره‌وری گویند. وقتی ورودیها و خروجیهای یک سازمان ملموس و قابل اندازه‌گیری بوده ارتباط بین آنها روشن باشد، بهره‌وری را می‌توان از تقسیم خروجی با

شاخص‌ها در تحقیق و توسعه دفاعی انجام شده است.

### ماهیت بهره‌وری در تحقیق و توسعه

در تعیین ماهیت بهره‌وری، سه مقوله عمده وجود دارد:

- ورودی
- خروجی (و نتیجه)
- تابع تبدیل

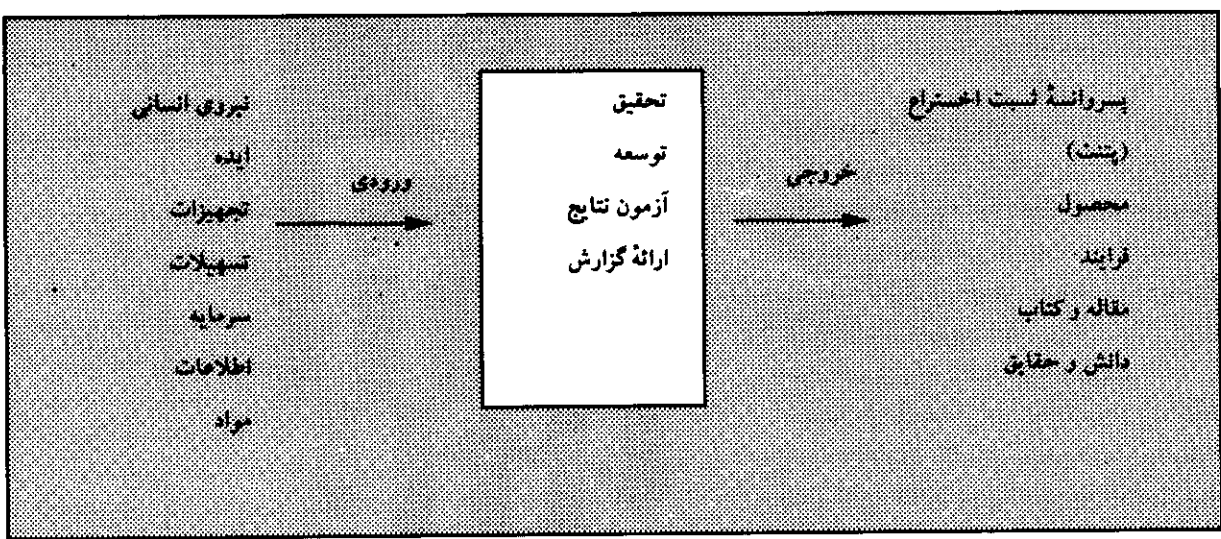
در صورتی که بتوان ورودی و خروجی و نتیجه را به روشنی تعریف و اندازه‌گیری کرد و چنانچه ارتباط بین آنها (تابع تبدیل ورودی به خروجی و نتیجه) مشخص باشد، بهره‌وری دارای ماهیتی روشن و مشخص است.

ورودی، خروجی و تابع تبدیل مراکز تحقیق و توسعه را می‌توان به شکل زیر نشان داد:

شکل ۱-

این نتیجه را می‌توان میزان تولید، فروش، سود، بهبود محصول، صرفه‌جویی ارزی، کسب اعتبار، افزایش امنیت و... فرض کرد. در پژوهش‌های موجود در ادبیات بهره‌وری تحقیق و توسعه برخی خروجی و برخی نتیجه را مدنظر قرار داده و آنها را نسبت به ورودی سنجیده‌اند. سازمانهای تحقیق و توسعه معمولاً برای ارائه خدمات به تشکیلات بزرگتری ایجاد می‌شوند و آنچه برای این تشکیلات اهمیت دارد، نتیجه است و نه خروجی تحقیق و توسعه. بنابراین، هرچند که خروجیها دارای کیفیت و کمیت باشند، در صورتی که به نتیجه تبدیل نشوند، اثربخش نخواهد بود.

به این ترتیب، توجه به مأموریت سازمان اصلی و ایجاد خروجیهای قابل تبدیل به نتیجه، موضوعی اساسی در ماهیت بهره‌وری تحقیق و توسعه است. تعداد کثیری از پژوهش‌های موجود در این زمینه بر روی پنتت<sup>۲</sup>،



مقاله و انواع خروجیهای مکتوب متمرکز شده‌اند (۶) (۷) (۴) (۸) و تعداد کمتری به محصولات و فرایندهای خروجی پرداخته‌اند (۵) (۳) (۶). مضاف بر اینکه پژوهش‌های اندکی در مورد نتایج غیرملموس نیز وجود دارد.

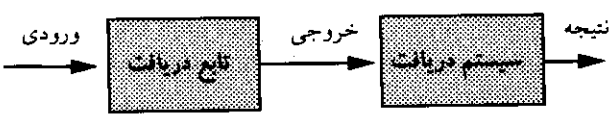
تعداد پنتتها، مقالات و خروجیهای مکتوب، معمولاً تابع سیاستهای سازمان است. سازمانهایی که سیاست تشویق این‌گونه اقدامات را در پیش می‌گیرند، طبیعتاً خروجی بیشتری دارند. بنابراین، در صورتی که سیاستهای سازمان در جهت ترغیب این‌گونه فعالیتها نباشد، نمی‌توان آنها را به عنوان خروجیهای با ارزش و موجه در نظر گرفت.

به طور کلی، خروجیهای مورد انتظار یک سازمان، تابع مأموریتهای آن سازمان است. در یک سازمان تحقیقات دفاعی، خروجیهایی دارای ارزش هستند که پاسخگوی نیازهای دفاعی و به عبارتی، قابل تبدیل به نتیجه باشند. تعریف و سنجش این‌گونه

ورودیهای عمده، نیروی انسانی، سرمایه و بودجه تحقیقاتی هستند. غالب پژوهش‌های انجام شده فقط به دو عامل نیروی انسانی و بودجه اشاره داشته‌اند (۳)، (۵) و (۶) و این بدان علت است که ورودیهای دیگر را می‌توان با نیروی انسانی و بودجه جایگزین کرد. تعداد بسیاری از سازمانهای تحقیق و توسعه سرمایه را به عنوان ورودی مدنظر قرار داده و اقدام به محاسبه بازگشت سرمایه کرده‌اند (۱۰).

خروجیهای نیز به ترتیب بالا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد بلکه پس از انتقال به یک سیستم دریافت‌کننده (طی مراحل مثل بازاریابی، مهندسی، ساخت و...) به صورتی قابل استفاده در می‌آیند که به آن نتیجه<sup>۱</sup> می‌گویند.

شکل ۲



خروجیها خالی از اشکال نیست. زمانی که در مسیر فعالیتهای تحقیقات دفاعی، یک نتیجه غیرنظامی و تجاری خلق می شود آیا بایستی آنرا یک خروجی تحقیقات دفاعی محسوب داشت؟ بدیهی است در صورتی که این خروجی، سازمان را به اهداف خود (اهدافی که ناشی از مأموریت هستند) نزدیک ننماید، فاقد ارزش و اثربخشی لازم است و از این رو، نمی توان آن را در محاسبات بهره‌وری به‌عنوان خروجی به‌کار گرفت. اما در صورتی که مأموریت سازمان برخلاف این‌گونه نتایج صحه گذارد، باید آنرا در سنجش بهره‌وری ملحوظ داشت.

در اینجا با مشکل دیگری روبه‌رو هستیم. ارزش خروجی چقدر است؟ چه عددی را به‌عنوان خروجی باید لحاظ نمود؟ در این مورد، با محاسبات مربوط به حسابداری صنعتی سروکار نداریم. بحث بر سر خلق یک ایده است، یک فن‌آوری جدید. ارزش این فن‌آوری همانا تأثیری است که در میزان دستیابی به اهداف دفاعی پدید می‌آید. بنابراین، به‌طوری ملاحظه می‌شود، نه تنها سنجش بلکه تعریف خروجی نیز چندان روشن نیست.

مقوله دیگر، ارتباط بین ورودی و خروجی و یا به عبارتی، تابع تبدیل آنهاست. فرایند تولید یک محصول در کارخانه، عمدتاً آشکار و خطی است و طی آن فعالیتهای خاصی به‌طور مکرر انجام می‌شوند. این فرایند را می‌توان از لحاظ نظری بهینه ساخت (۱) اما در تحقیق و توسعه، کارها تکراری و مشخص نیستند. در حل مشکلات و حتی فعالیتهای عادی به دیدگاههای کاملاً تخصصی نیاز است و این دیدگاهها، معمولاً با درجه بالایی از عدم قطعیت همراه هستند. افراد زیادی در طرحهای تحقیقاتی به فعالیت مشغول هستند و عمدتاً زمان زیادی طول می‌کشد تا یک طرح تحقیقاتی از ایده به محصول تبدیل شود. افزون بر اینکه، تعداد ناچیزی از ایده‌ها جامعه عمل می‌پوشند. خلاقیت و خطرپذیری لازمه کار است. عوامل مختلفی از قبیل بودجه، زمان، کیفیت، قابلیت اطمینان و چگونگی عملکرد افراد، بر رابطه بین ورودی و خروجی تأثیر می‌گذارند و رابطه ساده خروجی به ورودی را مخدوش می‌سازند. بسیاری از اقداماتی که در کوتاه مدت باعث افزایش بهره‌وری می‌شوند، ممکن است در درازمدت بهره‌وری را کاهش دهند و بر عکس. نکته دیگر، تأثیر شدید افراد - چه به‌صورت فردی و چه گروهی - در میزان بهره‌وری است. بهره‌وری یک مرکز تحقیق و توسعه عمدتاً به کارایی و اثربخشی مدیران آن؛ یعنی کسانی که در عملی شدن مفاهیم و ایده‌ها نقش اساسی داشته و قضاوت‌های اصلی به‌عهده آنهاست، بستگی دارد. بررسیهای انجام شده در شرکت هیوز<sup>۳</sup> نشان داد که: «بهره‌وری کلی یک مرکز تحقیق و توسعه، عمدتاً ناشی از بهره‌وری کادر مدیریت و پنج درصد از بالاترین افراد فنی کلیدی<sup>۴</sup> سازمان است» (۵).

به این ترتیب، ملاحظه می‌شود که در مبحث بهره‌وری تحقیق و توسعه، نه تنها تعریف و سنجش خروجی، بلکه تعیین رابطه بین ورودی و خروجی به دلیل عوامل متعددی که بر این رابطه تأثیرگذار هستند، نیاز به تعمق ویژه‌ای دارد.

به طوری که اشاره رفت، عوامل مؤثر در ارتقای بهره‌وری و به عبارتی، عوامل مؤثر در موفقیت یک سازمان در راستای تحقق مأموریت‌های خود، میزان کارایی و اثربخشی در عملکرد آن سازمان است. هرچند که در یک سازمان تحقیق و توسعه، کارایی دارای اهمیت است، با این وجود، اولویت اول را نداشته و برای ارتقای بهره‌وری، بایستی تأکید ویژه‌ای را بر اثربخشی نهاد. (۱)

در تحقیقات دفاعی، اثربخش بودن به معنی داشتن ارزش در رساندن بخش دفاعی کشور به مأموریت و اهداف خود است. در صورتی که خدمات یک مرکز تحقیقاتی دفاعی، ارزشی در جهت رساندن بخش دفاعی کشور به اهداف خود نداشته باشد، اهمیتی ندارد که تا چه اندازه این خدمات با کارایی انجام شده باشند. از طرف دیگر، تمامی عوامل مؤثر در اثربخشی را نمی‌توان با معیارهای کمی مورد سنجش قرار داد. بنابراین، در سنجش بهره‌وری تحقیق و توسعه، لازم است که از معیارهای غیرکمی نیز استفاده کرد.

منابع زیادی بر لزوم استفاده از شاخصهای کیفی در ارزیابی بهره‌وری تحقیق و توسعه تأکید کرده‌اند. (۳) (۵) (۹) و (۱۳). مطالعه انجام شده در شرکت هیوز نشان داد که به علت پیچیدگی، خلاقانه بودن و عدم قطعیت در کارها و نیز سروکار داشتن با مفاهیم و ایده‌هایی که در کوتاه مدت غیر قابل اندازه‌گیری هستند، لازم است که از شاخصهای کیفی استفاده شود.

### شاخصهای کمی و کیفی

دو رویکرد کلی در ارزیابی<sup>۵</sup> بهره‌وری وجود دارد:

الف) اندازه‌گیری کمی<sup>۶</sup>

ب) ارزشیابی کیفی<sup>۷</sup>

عملکردها و مشاغل ساختار یافته و تکراری را می‌توان با اندازه‌گیری کمی مورد ارزیابی قرار داد. برای مثال، عملکرد یک کارگاه تولیدی را با میزان تولید یا سود سالانه می‌توان ارزیابی کرد. برای آنکه اندازه‌گیری کمی به طرز مؤثری انجام پذیرد، لازم است که تمامی ورودیها و خروجیهای سیستم و تابع تبدیل بین آنها، مشخص و قابل کمی کردن باشند. در تحقیق و توسعه، بویژه از آن جهت که با مسائلی همچون پیش‌بینیهای مربوط به فن‌آوری سروکار داریم، این امر عملی نیست. حتی در امور پشتیبانی تحقیق و توسعه، به دلیل آنکه جریان کارها ثابت نیستند و بیشتر خدمات پشتیبانی به شکل پاسخ به تقاضاهای ناگهانی و غیر تکراری انجام می‌شوند، ارزیابی کمی با مشکل مواجه می‌شود.

به‌طور کلی، هنگامی که با کارهای خلاقانه، پیچیده، انتزاعی<sup>۸</sup> و غیر تکراری روبه‌رو هستیم، ارزشیابی کیفی مناسبتر است. پژوهشهای گذشته نشان داده‌اند که هرگاه اندازه‌گیری کمی ممکن نباشد، ارزشیابی کیفی راه‌حلی منطقی و مناسب است (۵) (۳) و (۱۳)

به‌طوری که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، هنگامی که میزان پیچیدگی، خلاقانه بودن، انتزاعی بودن و غیر تکراری بودن کارها افزایش می‌یابد، روشهای ارزیابی از کمی به کیفی متمایل می‌شوند.

در فاصله این دو قطب، با ترکیبی از روشهای کمی و کیفی روبه‌رو هستیم و به همین دلیل بعضی از پژوهشگران، شاخصهای ارزیابی را به سه دسته کمی، نیمه کمی و کیفی تقسیم کرده‌اند. (۳) (۱۳).  
حال، به‌طور عمیقتر به بررسی شاخصهای مورد استفاده در ارزیابی کمی و ارزشیابی کیفی می‌پردازیم.

### شکل ۳- ارتباط بین ماهیت کار و روش مناسب ارزیابی بهره‌وری



افزایش پیچیدگی، انتزاعی بودن موضوع، نیاز به خلاقیت در پیشبرد کار

کمی در تحقیق و توسعه دارای محدودیتهای مختلفی است. در تحقیق و توسعه، عدم قطعیت و گوناگونی کارها بسیار زیاد است و بسیاری از خروجیها غیر ملموس هستند، طرحها دارای روال مشخصی نیستند و بنابراین شاخصهای کمی در این‌گونه موارد اثربخشی لازم را ندارند. این قبیل شاخصها، درک صحیحی را از فعالیتهای بسیار تخصصی ایجاد نمی‌کنند و برای تعیین منافع درازمدت حاصل از توسعه فن‌آوریهای در حال ظهور مناسب نیستند (۳). علاوه بر اینها، شاخصهای کمی در ارزیابی عوامل انسانی کارایی چندانی ندارند و استفاده از آنها ممکن است منجر به کاهش بهره‌وری شود. (۵). «پاپاس و رمر»<sup>۱۱</sup> در این مورد می‌نویسند: «به زور وارد کردن تمامی تلاشهای تحقیق و توسعه در یک فرمول بدون انعطاف، کاری است غیر عملی و نامطلوب. تفاوت‌های عمده‌ای بین طرحها وجود دارد که روشهای کمی قادر به تشخیص آنها نیستند.» (۱۳)

نکته قابل توجه این است که هریک از دو نوع شاخص مذکور، باید در جای خود مورد استفاده قرار گیرند.

### روشهای موجود در ارزیابی بهره‌وری

به‌طوری که اشاره رفت، در ارزیابی بهره‌وری تحقیق و توسعه دو رویکرد عمده کمی و کیفی وجود دارد. بعضی از سازمانها مثل ایبتل<sup>۱۱</sup> بر استفاده از معیارهای کمی پافشاری می‌کنند (۳) و برخی از مشاوران و پژوهشگران نیز این دیدگاه را تقویت می‌کنند (۱۰). با این حال، در حال حاضر تعداد قابل توجهی از پژوهشها با تکیه بر معیارهای کیفی انجام شده و شرکت‌های زیادی از آنها بهره می‌برند. (۳)، (۵) و (۱۳). تقریباً در تمام سیستم‌های ارزشیابی کیفی، معیارهای کیفی به شکل شاخصهای عددی در می‌آیند. این کار به روشهای مختلفی چون روش دلفی، روش رتبه‌بندی همکاران<sup>۱۲</sup>، پرسشنامه‌های دو یا چند امتیازی، مصاحبه و نظرخواهی از مدیران، متخصصان و مشتریان صورت می‌گیرد. برخی از پژوهشگران، این‌گونه شاخصها را نیمه کمی می‌خوانند و آنها را از شاخصهای کاملاً کیفی و غیر قابل تبدیل به مقادیر عددی جدا می‌کنند (۳). در هر حال، منظور ما از شاخصهای کیفی، آنهایی است که قابل تبدیل به مقادیر عددی باشند.

هیچ‌یک از منابع تحقیق این مقاله به استفاده از شاخصهای کیفی بدون در نظر گرفتن شاخصهای کمی اشاره ننموده‌اند و در کلیه موارد، یا از شاخصهای کمی استفاده شده و یا اینکه شاخصهای کمی و کیفی در کنار هم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در زیر، به تشریح چند نمونه از روشهای موجود در این زمینه می‌پردازیم.

### الف) روش فرصت تجاری<sup>۱۳</sup>

یک روش کمی است که در شرکت «بورگ - وانرنر»<sup>۱۴</sup> در کنار روشهای کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳)، (۱۳) و (۱۴) و شامل موارد زیر است:

۱- کل بازار فن‌آوری حاصل از طرح تحقیقاتی برآورد می‌شود

### الف) شاخصهای کیفی

ارزشیابی توسط این شاخصها بر قضاوت‌های شخصی و ذهنی استوار است. در تحقیق و توسعه، این‌گونه شاخصها برای ارزشیابی مواردی همچون ارزش یک فن‌آوری<sup>۹</sup> جدید، اعتبار سازمانی، میزان تأثیر عملکرد در دستیابی به اهداف غیر ملموس و نیز عوامل انسانی مثل فرهنگ سازمانی و انگیزش به کار گرفته می‌شوند.

در مقایسه با شاخصهای کمی، این‌گونه شاخصها حوزه‌های مهمتر و وسیعتری از تحقیق و توسعه را در بر می‌گیرند که اندازه‌گیری آنها با شاخصهای کمی ممکن نبوده و به همین دلیل، بسیاری از مدیران تحقیق و توسعه به سمت این نوع از شاخصها تمایل شده‌اند. (۳) در تحقیق و توسعه دفاعی که با مسائلی همچون تأمین امنیت ملی روبه‌رو هستیم، استفاده از این شاخصها لازم و ثمربخش خواهد بود.

### ب) شاخصهای کمی

ارزشیابی کمی به نوعی از ارزشیابی اطلاق می‌شود که نتیجه آن، بی‌واسطه، یک عدد مشخص باشد. در این نوع ارزشیابی، از شاخصهایی چون تعداد طرحهای انجام شده در یک سال، میزان سود حاصل از فروش فن‌آوری در یک دوره زمانی معین و یا میزان بازگشت سرمایه در یک دوره استفاده می‌شود. اعداد متناظر این شاخصها را می‌توان برای مقایسه با مقادیر استاندارد و یا مقایسه عملکرد یک سازمان در دوره‌های زمانی مختلف و نیز مقایسه عملکرد دو سازمان به کار گرفت.

هریک از انواع شاخصهای کمی و کیفی دارای مزایا و معایب مربوط به خود هستند. شاخصهای کمی به دلیل اینکه به آسانی فهمیده می‌شوند و به راحتی قابل مقایسه هستند، طرفداران بیشتری دارند. مدیران تحقیق و توسعه به علت اینکه غالباً دارای تخصصهای فنی و مهندسی هستند، به این نوع شاخصها تمایل بیشتری دارند. (۳) علی‌رغم سهولت درک و راحتی مقایسه، استفاده از شاخصهای

(اینکه سالانه به چه مقدار یا چه تعدادی از محصول نهایی این طرح نیاز است)؛

۲- کل هزینه‌ای که مشتری یا صنعت به خاطر نداشتن این فن‌آوری متقبل می‌شود، برآورد می‌شود (هزینه مشتری) و فرض می‌شود که مشتری یا صنعت در حال حاضر از بهترین جایگزین برای این فن‌آوری استفاده می‌کند؛

این مبلغ از دو قسمت تشکیل شده است. برای مثال، فرض کنیم صنعت خاصی محصولی را شامل یک قطعه خاص تولید می‌کند. اگر مرکز تحقیقاتی روی تغییر یا بهینه‌سازی این قطعه خاص کار نماید، محاسبه هزینه مشتری یا صنعت شامل دو بخش خواهد بود: اولاً سودی که در موقع خرید قطعه پرداخت می‌شده و دیگر لازم نخواهد بود که پرداخت شود و ثانیاً، مبلغی که به خاطر تغییر یا بهینه‌سازی قطعه، صرفه‌جویی خواهد شد.

۳- فرصت تجاری (B.O) از حاصل ضرب اعداد قدمهای یک دو محاسبه می‌شود؛

۴- شاخص بازگشت سرمایه در تحقیق و توسعه<sup>۱۵</sup> از جمع فرصتهای تجاری (B.O) کلیه طرحها و تقسیم آن بر هزینه کلی مرکز تحقیقاتی در سال محاسبه می‌شود:

$$ROR = \frac{\text{کل هزینه R\&D در سال}}{\Sigma B.O}$$

باتوجه به مشکلات موجود در بندهای یک و دو، به‌کارگیری روش فرصت تجاری چندان ساده نیست.

#### ب) روش ارزش برنامه<sup>۱۶</sup>

یک روش کمی است که با استفاده از معیارهای کمی و کیفی، ارزش یک برنامه تحقیقاتی را به دست می‌دهد در این روش که از سوی «شین بلات» (۱۹۴) ارائه شده، چهار عامل مختلف به صورت قضاوتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند:

۱- عایدی بالقوه سالانه (فروش محصول جدید، زیاد شدن فروش محصول قدیمی و کاهش هزینه)؛

۲- قابلیت تجاری نمودن؛

۳- وضعیت رقابت فنی؛

۴- فراگیر بودن برنامه تحقیق و توسعه.

سپس، درصد عایدی بالقوه سالانه (درصد افزایش درآمد قبل از مالیات به علاوه درصد کاهش هزینه) و در صدهایی که به صورت قضاوتی برای عوامل ۲ و ۳ و ۴ محاسبه شده‌اند، در هم ضرب می‌شوند تا ارزش برنامه به دست آید. پس از آن، ارزش کلیه برنامه‌های تحقیق و توسعه با همدیگر جمع می‌شوند و برای تصمیم‌گیرهای مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما از آنجایی که این روش شدیداً با برآوردهای قضاوتی همراه است، معتبر بودن آن در محاسبات بهره‌وری مورد تردید است. (۱۳)

#### ج) روش کیفی (نیمه کمی) بورگ وارنر

این روش در کنار روش الف در کمپانی بورگ وارنر به کار گرفته می‌شود (۱۳). در پایان سال، مشتری یا بخش دیگری از شرکت،

عملکرد تحقیق و توسعه را نسبت به اهداف تعیین شده ارزیابی می‌کند و نمره صفر تا ۳ را به آنها نسبت می‌دهد:

صفر: برای مواردی که اهداف اصلاً حاصل نشوند؛

یک: برای مواردی که زمان و بودجه مصرفی از حد پیش‌بینی شده بیشتر شود؛

دو: برای مواردی که اهداف در محدوده زمان و بودجه حاصل شده باشند؛

سه: برای مواردی که اهداف با بودجه کمتر و یا در زمان کمتری حاصل شوند.

سپس، عدد حاصل در هزینه‌ای که برای طرح انجام شده است ضرب و بر کل هزینه تحقیق و توسعه تقسیم می‌شود. اعداد حاصل برای مقایسه طرحها با هم و نیز عملکرد R&D در طول زمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. نتیجه‌های این ارزیابی برای تعیین میزان اضافه حقوق سالانه افراد به کار گرفته می‌شود.

عیب این روش در این است که اولاً قضاوتی است و ثانیاً به برآوردهایی که در اول سال انجام می‌شود، بستگی دارد. از طرف دیگر، موضوع اضافه حقوق ممکن است باعث شود که افراد اهداف بسیار ساده‌ای را در آغاز سال تعریف نمایند که دستیابی به آنها حتمی باشد و به این ترتیب روحیه خطرپذیری و خلاقیت و کارآفرینی در محقق از بین برود.

#### د) روش پرسشنامه‌ای «یونیون کار باید»

شرکت یونیون کار باید، ارزیابی تحقیقات را با استفاده از یک پرسشنامه انجام می‌دهد (۱۳). این پرسشنامه طی چندین سال مورد بازبینی و تصحیح قرار گرفته و شامل تعاریفی است که مدیران و محققان در مورد آنها اتفاق نظر دارند. ارزیابی توسط مدیران خط<sup>۱۸</sup> انجام می‌شود و به سؤالات برحسب انفعالی یا تهاجمی بودن پاسخ، نمره صفر یا یک داده می‌شود. از سؤالات پرسشنامه برای ارزیابی جنبه‌های گوناگون عملکرد استفاده می‌شود.

واقعیت این است که این روش لزوماً بهره‌وری را اندازه نمی‌گیرد، بلکه با استفاده از آن مدیران نظر خود را نسبت به عملکرد در زمینه‌های مختلف، با عدد بیان می‌کنند.

#### ه) روش رتبه‌بندی همکاران<sup>۱۹</sup>

در این روش، متخصصان شاغل در بخش تحقیق و توسعه، همدیگر را ارزیابی می‌کنند (۷) و (۱۳).

همچنین، از این روش می‌توان برای ارزیابی طرحها و در نتیجه تمام فعالیت‌های تحقیق و توسعه استفاده کرد. این روش، در ارزیابی مشاغل تخصصی و خلاقانه بسیار با ارزش است زیرا هیچ‌کس به‌خوبی همکاران متخصص، قادر به درک عملکردهای خلاقانه و ایده‌های با ارزش نیست. در یک مطالعه (۷)، معتبر بودن و قابلیت اتکای این روش در ارزیابی بهره‌وری و نوآوری در مراکز تحقیق و توسعه نیروی هوایی امریکا با روشهای ریاضی نشان داده شده است.

ارزبری» خواهد بود. شرط لازم برای کاهش ارزبری و صرفه‌جویی ارزی، «تولید داخلی محصولات» که دارای ارزبری هستند» می‌باشد و معیار سنجش آن «تعداد محصولات و میزان ارزبری آن» است. به این ترتیب، می‌توان شاخصی را به شکل مبلغ صرفه‌جویی سالانه (ریال معادل ارز) تقسیم بر بودجه مصرفی (ریال) تعریف کرد. (شکل ۵).

به این ترتیب، به مجموعه‌ای از شاخصهای بهره‌وری خواهیم رسید که از مأموریت‌های سازمان ناشی می‌شوند. در مرحله چهارم این فرایند؛ یعنی تعیین معیارها، بایستی دقت کرد که حتی المقدور هم کارایی و هم اثربخشی فعالیتها مدنظر قرار گیرد. ممکن است در مواردی لازم باشد که معیارهای جداگانه‌ای برای کارایی و اثربخشی تعیین و از روی آنها شاخصهای جداگانه‌ای را تعریف کرد. نکته دیگر، توجه به جنبه‌هایی از مأموریت است که با معیارهای کمی قابل سنجش نیستند. در این موارد باید از معیارها و شاخصهای کیفی مناسب و قابل سنجش استفاده کرد.

### راهنمای طراحی یک سیستم ارزیابی اثربخش در سطح سازمان

مشخصه‌های یک سیستم ارزیابی موفق را به شرح موارد زیر می‌توان بیان کرد. این مشخصه‌ها، راهنمای طراحی یک سیستم اثربخش برای ارزیابی بهره‌وری تحقیق و توسعه در سطح سازمان هستند:

- روی خروجیها و نتایج بیرونی سازمانی تمرکز دارد و نه خروجیهای درونی (۱۰)؛ توضیح اینکه در مسیر تحقیق و توسعه ممکن است خروجیهای مختلفی در درون سازمان پدید آیند.
- برای مثال دوره آموزشی ممکن است به پدید آمدن تخصصهای مختلفی منجر شود. این یک خروجی درونی است مگر آنکه مأموریت سازمان، تربیت متخصصان را نیز شامل شود که در آن صورت این متخصصان، خروجیهای بیرونی محسوب خواهند شد.
- روی خروجیها و نتایج تمرکز دارد نه بر فعالیت و فرایند. به عبارت دیگر، بر اثربخشی به جای کارایی تمرکز دارد (۱)، (۱۰)؛
- فقط خروجیها و نتایج با ارزش را مورد سنجش قرار می‌دهد؛
- دارای سیستم ساده‌ای برای اندازه‌گیری و ارزشیابی است

این روش نیز دارای محدودیتهایی است. برای نمونه، بسیاری از محققان اطلاعاتی از عملکرد همکارانشان ندارند. بعضی از افراد نیز به‌طور همزمان در چند طرح کار می‌کنند و بنابراین ممکن است اثربخشی کلی آنها معلوم نشود.

### و) روشهای متفرقه

بسیاری از پژوهشگران، پروانه ثبت اختراع و مقاله را به‌عنوان شاخص بهره‌وری مطرح کرده‌اند و به‌طوری که اشاره شد، قابلیت اتکا ندارند. بعضی نیز نوآوری را به‌عنوان شاخص خروجی مدنظر قرار داده‌اند (۷).

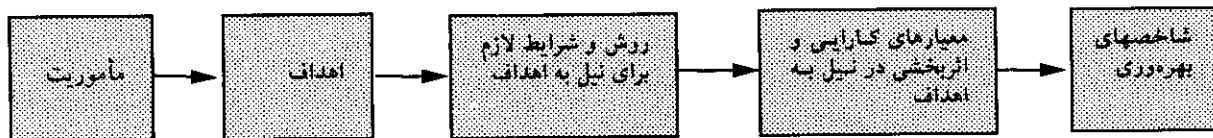
روشهای دیگری همچون استفاده از نظریه‌های کنترل در مدل کردن مراکز تحقیق و توسعه (با در نظر گرفتن بازخور و تأخیر زمانی) و همچنین استفاده از یک نوع سیستم اطلاعاتی بهره‌وری، در حال پدید آمدن هستند (۱۳) که متأسفانه اطلاعات دقیقی از آنها در دست نیست.

### چهارچوب پیشنهادی برای تعیین شاخصهای بهره‌وری

در این بخش، چهارچوب کلی برای ارزیابی بهره‌وری در یک مرکز تحقیقاتی دفاعی پیشنهاد می‌شود. بدیهی است که لازمه به‌کارگیری این چهارچوب، تطبیق دادن آن با سازمان خاصی است که قرار است بهره‌وری آن مورد ارزیابی قرار گیرد.

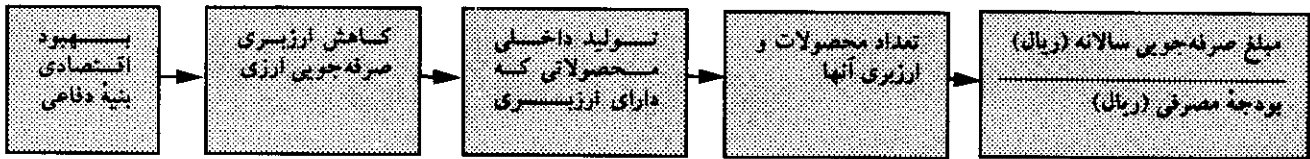
به‌طوری که گفته شد، بهره‌وری بایستی در راستای مأموریت‌های یک سازمان تعریف و مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین، اولین قدم، روشن ساختن مأموریت سازمان است. بعد از ارائه تعریفی واضح از مأموریت سازمان، بایستی اهداف سازمان را به روشنی تعیین کرد. گام بعدی، تعیین وضعیت و روشی است که برای نیل به اهداف ضروری محسوب می‌شود. به عبارت دیگر، باید تعیین کرد که اگر سازمان بخواهد در رسیدن به این اهداف موفق باشد، بایستی چه شرایطی را برآورده سازد. سپس، با استفاده از این شرایط، معیارهای موفقیت را تعریف کرد. این معیارها بایستی میزان کارایی و اثربخشی در عملکرد و به‌عبارتی، بهره‌وری را نشان دهند. در مرحله آخر، با استفاده از معیارها به تعریف شاخصهای بهره‌وری سازمان می‌پردازیم. (شکل ۴).

شکل ۴- مراحل تعریف شاخصهای بهره‌وری



(۱۰). قابل فهم بودن، سادگی استفاده، عملی بودن و مقرون به صرفه بودن لازمه کار است (۵). یک سیستم ارزیابی اثربخش در عین حالی که بایستی جنبه‌های مختلف عملکرد (کیفیت، کمیت، هزینه و زمان)

برای مثال، فرض کنیم که مأموریت یک مرکز تحقیق و توسعه دفاعی به‌صورت «بهبود اقتصادی بنیه دفاعی» تعریف شود. در این صورت، یکی از اهداف این مرکز «صرفه‌جویی ارزی یا کاهش



- 13- Business Opportunity (B.O)
- 14- Borg - Warner
- 15- Return-on-Research
- 16- Program Value
- 17- Uonio - Car-Baid
- 18- Line managers
- 19- Peer rating

### منابع

- ۱- راهنمای جامع مدیریت بهره‌وری، جان. جی. بلچارد. بنیاد مستضعفان و جانبازان انقلاب اسلامی.
- 2- Zvi Griliches. "R&D and Productivity: Measurement Issues and Econometric Results". Science, JUL 1987.
- 3- W.B. Brown & D. Gobeli. "Observations in the Measurement of R&D Productivity: A Case Study". IEEE Transaction on Engineering Management NOV 1992.
- 4- R.T. Keller & S.D. Julian. "A Multinational study of Work Climate, Job Satisfaction, and the productivity of R&D Teams". IEEE Trans. on Eng. Manage. FEB 1996.
- 5- R&D Productivity, HUGHES Aircraft Company, 1974.
- 6- A.K. Chakrabarti. "Scientific output Of Small and Medium size firms in high tech industries". IEEE Trans. on Eng. Manage. FEB 1990.
- 7- M.J. Stahl & J.A Steger. "Measuring Innovation and Productivity - A Peer Rating Approach". Research Management, JAN 1977.
- 8- H.F. Vincent & A. Mirakhor. "Relationship Between productivity, Satisfaction, Ability, Age, and Salary in a Military R&D Organization". IEEE Trans. On Eng. Manage, MAY 1972.
- 9- M.K. Badawy. "Applying Management By Objectives to R&D Labs". Research Management, NOV 1976.
- 10- M.G. Brown & R.A. Severson. "Measuring R&D Productivity". Research Technology Management JUL-AUG 1988.
- 11- G. McBeath. Productivity Through People Business Books LTD. London 1974.
- 12- S.A. Edwards & M.W. McCarrey. "Measuring the Performance of Researchers". Resarch Management, JAN 1973.
- 13- R.A. Pappas & D.S. Remer. "Measuring R&D Productivity". Research Management, MAY-JUN 1985.
- 14- A.H. Schainblatt. "How Companies Measure the Productivity of Engineers and Scientists". Research Management, MAY 1982.

را در برگزید، باید از تعداد محدودی شاخص استفاده کند تا به کارگیری سیستم سهل و سریع باشد (۵) و (۳)؛

● حتی المقدور بر ارزیابی عینی تمرکز دارد تا اندازه‌گیری ذهنی. برای مثال، در تعیین ارزش یک فن‌آوری یا یک تحقیق انجام شده که موضوعی ذهنی غیر کمی است، از نقطه‌نظرهای متخصصان (بجای مدیران) به صورت پرسشنامه امتیازی استفاده می‌شود تا در حد ممکن از ذهنی بودن موضوع کاسته شود (۱۰)؛

● تحقیق و توسعه را به طور جداگانه ارزیابی می‌کند. خروجی تحقیق اساساً، دانش و اطلاعات است و این دانش و اطلاعات، ورودیهای توسعه را تشکیل می‌دهند و بنابراین تحقیق و توسعه بایستی به طور جداگانه مورد ارزیابی قرار گیرند (۱۰).

در طراحی یک سیستم ارزیابی موفق بایستی توجه داشت که هیچ سیستم فراگیری که در همه جا قابل استفاده باشد، وجود ندارد و هر سازمان بایستی سیستم مخصوص به خود را رأساً ایجاد نماید (۵). فرایند طراحی سیستم ارزیابی، یک فرایند گروهی است و بایستی با همکاری و توافق بخشهای مختلف سازمان به انجام برسد. در همین زمینه، استفاده بجا از شاخصهای کمی و کیفی لازمه کار است.

اندازه‌گیری شاخص بهره‌وری کل، به دلیل پیچیدگی موضوع غیر عملی خواهد بود و بایستی به شاخصهای جزئی و سازگار با مأموریت سازمان بسنده کرد. در هیچ یک از منابع این تحقیق به شاخص بهره‌وری کل اشاره‌ای نشده است.

### یادداشتها

- 1- Out Come
- 2- Patent
- ۳- مطالعه انجام شده در شرکت هیوز یکی از منفصلترین مطالعاتی است که بر روی بهره‌وری تحقیق و توسعه انجام شده است. این مطالعه با شرکت صدها نفر از محققان، استادان، مدیران و صاحب نظران در ۲۷ شرکت در سال ۱۹۷۴ انجام شد. بسیاری از مقالات موجود در زمینه بهره‌وری تحقیق و توسعه به این مطالعه اشاره داشته و آن را سند قرار داده‌اند.
- 4- Key technical staff
- 5- Evaluation
- 6- Quantitative measurement
- 7- Quantitative assessment
- ۸- منظور از انتزاعی بودن، کارهایی است که سابقه قبلی نداشته‌اند و به صورت ناگهانی در مسیر کارها پدیدار می‌شوند.
- 9- Technology
- 10- Papas & Remer
- 11- Intel
- 12- Peer rating