نقش استانداردها در نوآوری

روابرت اچ. آلِن[1] - رام دی. سِریرام[2]

مترجمان: مریم محمدروضه سرا و مجتبی بحیرائی

چکیده:

در این مقاله نقش استانداردها در نوآوری با تأکید ویژه روی فرایندهای طراحی و ساخت، مرور و بررسی شده است. مقاله با تعریف و دسته‌بندی استانداردها و نیز بررسی نقش و زیرساخت آن‌ها در جامعه شروع می‌شود. این روند به‌طور مشابه درباره‌ی نوآوری نیز دنبال می‌شود. با بررسی ارتباط بین نوآوری و استانداردها، تأثیر منفی و مثبت هر یک بر دیگری تعیین می‌شود. بررسی تاریخچه‌ی چهار مطالعه‌ی موردی در حوزه‌های مختلف- ساخت و تولید، سخت‌افزار رایانه، طراحی اجزای مکانیکی و تبادل داده‌ی محصول نشان می‌دهد همان‌گونه که انتظار می‌رفت، استانداردها اغلب از فناوری‌های نوآورانه ناشی می‌شوند. همچنین، شگفت اینکه استانداردها اغلب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم موجب تحریک نوآوری می‌شوند. نتیجه اینکه، به‌طور کلی، مزایای استانداردها برای نوآوری در طراحی و ساخت نسبت به محدودیت‌های احتمالی آن‌ها در خلاقیت، بیشتر و مهم‌تر هستند.

واژگان کلیدی:

۱. مقدمه

نوآوری همواره جزء اصلی در ایجاد یا پیشرفت فناوری (یا هر دو) بوده است. هم‌زمان با اینکه فناوری‌ها ایجاد می‌شوند یا توسعه می‌یابند، استانداردها برای اطمینان از عملکرد، انطباق و ایمنی محصولات و فرایندهای جدید لازم هستند. نمونه‌ای از نیاز به استانداردها در فاجعه‌ی مفقودشدن مدار جوی مریخ[3] مشهود است که نزدیک به ۱۲۵ میلیون دلار خسارت برجای گذاشت؛ دلیل این شکست بزرگ ناسازگاری واحدهای اندازه‌گیری بین دو تیم کنترلی مدار بود. یکی از فناوری‌هایی که از مزایای استانداردها استفاده می‌کند، صنعت تلفن همراه در اروپاست. وابستگی آن‌ها به یک نظام متحد جهانی برای ارتباطات سیار، یا GSM دلیل برخورداری آن‌ها از یک شبکه‌ی دیجیتال قاره‌گستر است. این استاندارد، هم‌راستا با توافق‌نامه‌های گسترده‌ی میان حاملان، کارکرد یک تلفن همراه را از ایتالیایی جنوبی به لهستان شرقی امکان‌پذیر می‌کند. در مقابل، ایالات متحده چهار استاندارد متفاوت دارد، از جمله نسخه‌ی عجیب GSM، به‌گونه‌ای که تلفن ساخته شده برای یک سیستم قادر به کار کردن با سیستم دیگر نیست.

درنتیجه‌ی این وابستگی، رابطه‌ای بین استانداردها و نوآوری وجود دارد که هم پیچیده و هم پویاست. هدف از نگارش این مقاله، شروع ارزیابی این رابطه است و بررسی اینکه تحت چه شرایطی نوآوری و استانداردها برهمدیگر اثر می‌گذارند. بنابراین، مقاله با تعریف و دسته‌بندی استانداردها و نوآوری و بررسی تاریخچه‌ی مطالعات موردی آغاز می‌شود تا موارد زیر را ارزیابی کند:

۱- چگونه استانداردها وابسته به پیشرفت نوآوری‌ها بوده‌اند؟

۲- چگونه استانداردها به پیشرفت نوآوری ها کمک کرده‌اند؟

۳- چگونه استانداردها مانع از پیشرفت نوآوری‌ها شده‌اند؟

۴- چگونه نوآوری‌ها همین اثرات مشابه را روی استانداردها داشته‌اند؟

استانداردها: تعاریف و گونه‌ها

تعریف فرهنگ واژگان از واژه ی "استاندارد" ابزاری است برای تعیین آن‌چه که یک موجود باید باشد. تعریف دیگر، آن را یک معیار ثابت، مرسوم[4]، یا رسمی معرفی می‌کند (به‌عنوان کمیت، کیفیت یا قیمت). مترادف‌های واژه‌ی "استاندارد" شامل مقیاس[5]، معیار[6]، درجه[7]، سنجه[8]، سنگ محک[9] و پیمانه[10] هستند. مثالی از این مورد واحد اندازه‌گیری جرم در

1. Robert H. Allen
2. Ram D. Sriram
3. Mars Climate Orbiter
4. customary
5. benchmark
6. criterion
7. gauge
8. measure
9. touchstone
10. yardstick

*

نظام بین‌المللی یکاها- کیلوگرم است. یک مصنوع ثابت و مورد توافق تحت کنترل‌های سخت‌گیرانه، استاندارد کیلوگرم است که نمونه‌ای از یک سنجه‌ی ثابت بوده و معیار مقایسه‌ی تمامی چیزها قرار می‌گیرد.

در این مقاله، تعریف زیر از استاندارد پذیرفته شده است. استانداردها توافق‌نامه‌هایی مستند و شامل خطوط راهنمای فنی هستند به‌منظور حصول اطمینان از اینکه مواد، محصولات، فرایندها، خدمات و سایر موارد با هدف خود تناسب دارند. طبق این تعریف، چهار گونه‌ی گسترده از استانداردها وجود دارند. یک گونه، استانداردهای سنجش یا اندازه‌گیری هستند. این گونه از استانداردها برای سنجش و اندازه‌گیری استفاده می‌شوند، تمامی کمیت‌های مقایسه‌پذیر برحسب این استانداردها اندازه‌گیری می‌شوند. مثال‌هایی از این استانداردهای اولیه یا مبنا، کیلوگرم برای اندازه‌گیری جرم، متر برای اندازه‌گیری طول و لیتر برای اندازه‌گیری حجم است. این‌گونه از استانداردها به‌ویژه برای مصرف‌کنندگان سودمند هستند زیرا هنگام فروش، مقایسه‌ی قیمت، کارکرد یا خصوصیات کالا را آسان‌تر و در برخی از موارد امکان‌پذیر می‌کنند.

گونه‌ی دیگر از استانداردها، فرایندگرا یا دستورالعملی تجویزی[11] هستند و توصیف‌هایی از فعالیت‌ها و فرایندها را استاندارد می‌کنند. این استانداردها روش‌شناسی انجام آزمون‌ها و فرایندها را مطابق با یک روش ثابت و تکرارپذیر ارائه می‌کنند. مثالی از این‌گونه استانداردها، استاندارد C1028 متعلق به جامعه‌ی آزمون و مواد آمریکا (ASTM[12]) است، "استاندارد روش آزمون برای تعیین ضریب ایستای اصطکاک کاشی سرامیک و سایر سطوح مشابه از طریق روش مترسنج افقی دینامومتر[13]" این استاندارد روش و مواد انجام آزمون اصطکاک را روی سطوح مسطح تحت چهار شرط متفاوت تجویز می‌کند، بدون اینکه قضاوتی درباره‌ی چگونگی تفسیر نتایج آزمون اصطکاک ارائه کند.

گونه‌ی سوم از استانداردها، مبتنی‌بر عملکرد هستند. در این استانداردها، فرایند، مشخص نشده، اما عملکرد نهایی تعیین شده است. این استانداردها اغلب براساس آزمایش محصول تدوین می‌شوند. به‌عنوان مثال، در سال ۱۹۹۲، طوفان اندرو[14] بیش از ۱۵۰۰۰ خانه‌ی سیار[15] را در آمریکای جنوبی ویران کرد. در نتیجه‌ی این حادثه، جامعه‌ی مهندسان شهری آمریکا (ASCE[16]) یک مجموعه از استانداردها را تدوین کرد برای حصول اطمینان از اینکه خانه‌های سیار قادر به مقاومت در برابر وزش بادهایی برابر با ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت (100mph) باشند. اداره‌ی مسکن و توسعه‌ی شهری ایالات‌متحده[17] این استانداردها را پذیرفت و این استانداردها به‌عنوان استانداردهای خانه‌های سیار تعیین شدند. در نتیجه، خانه‌های سیار فروخته شده بعد از سال ۱۹۹۴، در مناطق مستعد طوفان برای مقاومت در برابر ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت وزش باد طراحی شده بودند.

آخرین گونه از استانداردها براساس ایجاد تعامل‌پذیری میان سیستم‌ها تعریف می‌شوند. در این‌گونه از استانداردها، فرایند و عملکرد به‌طور صریح تعیین نمی‌شوند، بلکه یک فرمت ثابت مشخص می‌شود. هدف از این‌گونه از استاندارد، حصول اطمینان از عملکرد روان بین سیستم‌هایی است که از اجزای فیزیکی یا داده‌های یکسان استفاده می‌کنند. مثال‌های این‌گونه استانداردها در طراحی‌های به‌کمک رایانه (CAD[18]) فراوان است. در این طراحی، مهندسان و طراحان از نرم‌افزار به‌عنوان ابزاری برای کمک به خلق و ارائه ی مدل‌های هندسی استفاده می‌کنند. زیرا برنامه‌های کاربردی CAD عموماً از فرمت‌های یکسانی برای ورودی و خروجی داده استفاده نمی‌کند و تبادل داده میان سیستم‌ها نیاز به ترجمه‌های چندگانه دارد. با ایجاد فرمت‌های عمومی و استاندارد، مانند استاندارد تبادل داده که سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO[19]) آن را تدوین کرده است و با عنوان STEP[20] (استاندارد تبادل داده‌های مدل محصول) شناخته می‌شود، تبادل نمایش داده‌ها تسهیل شده است.

اگرچه، هر چهار گونه از استانداردهای توصیف‌شده در بالا، (مبنا، دستورالعمل تجویزی، مبتنی بر عملکرد، و تعامل‌پذیر) در دسته‌هایی جداگانه قرار می‌گیرند، اما به‌طور قطع می‌توان یک استاندارد مشخص را در بیش از یک دسته از این استانداردها جای داد. به‌عنوان مثال، یکی از استانداردهای تجویزی معماری در ایالات متحده، استاندارد عرض درِ ۳۶ اینچی است. اگرچه این استاندارد، دستورالعملی تجویزی است، اما می‌تواند یک استاندارد عملکردی هم باشد، زیرا این عرض به آسانی با بیشتر صندلی‌های چرخ‌دار قابل تنظیم است و همچنین می‌تواند یک استاندارد تعامل‌پذیر باشد، زیرا درِ "استاندارد" باید متناسب با چهارچوب استاندارد باشد.

11. prescriptive
12. American Society for Testing and Material
13. Horizontal Dynamometer Pull-Meter
14. Hurricane Andrew
15. Mobile Home
16. American Society of Civil Engineers
17. U.S. Department of Housing and Urban Development
18. computer-aided design
19. International Organization for Standardization
20. Standard for the Exchange of Product model data

استانداردها: دسته‌بندی‌ها

فراتر از این گونه‌ها، سه دسته‌بندی از استانداردها وجود دارد که آن‌ها را برحسب فرایندهایی که استانداردها را به‌وجود می‌آورند، از هم متمایز می‌کند. استاندارد غیررسمی یکی از گونه‌هایی است که به‌طور گسترده موردپذیرش و استفاده قرار می‌گیرد، اما در این‌گونه از استانداردها تصویب رسمی یک سازمان تدوین استاندارد به رسمیت شناخته شده، وجود ندارد. استانداردهای غیررسمی به‌طور عمومی، نتیجه‌ی اجماعی گسترده روی یک محصول یا پروتکل خاص هستند که سهم بازار بزرگی دارد. مثالی از استانداردهای غیررسمی در بازار رایانه، صفحه‌کلید QWERTY[۲۱]، معماری رایانه‌ی شخصی (PC) و سیستم‌عامل UNIX™ است.

دسته‌ی دیگر استانداردها، استانداردهای تنظیم‌گری[۲۲] هستند. همان‌گونه که از نام آن مشخص است، استانداردهای تنظیم‌گری توسط نهادهای تنظیم‌گر به‌منظور حصول اطمینان از یکنواختی در فرایندهایی تدوین می‌شوند که تحت تسلط نیروهای بازار نیستند. نمونه‌های بارز آن، استانداردهای ایمنی و زیست‌محیطی هستند؛ مانند استانداردهایی که توسط اداره‌ی ایمنی و سلامت حرفه‌ای (OSHA[۲۳]) یا آژانس محافظت از محیط زیست (EPA[۲۴]) منتشر شده‌اند. به‌عنوان مثال، مقررات OSHA 1915.1 در خصوص "آلاینده های هوا" تصریح می‌کند که چه مدت زمانی یک کارگر می‌تواند در معرض انواع مشخص از آلاینده‌ها قرار گیرد.

استانداردهای مبتنی‌بر اجماع، دسته‌ی سوم را تشکیل می‌دهند. استانداردهای مبتنی‌بر اجماع، استانداردهای داوطلبانه‌ای هستند که توسط نهادهای استاندارد مبتنی‌بر اجماع داوطلبانه[۲۵] به‌صورت ملی و بین‌المللی تدوین شده یا مورد استفاده قرار می‌گیرند. نهادهای استانداردهای مبتنی‌بر اجماع داوطلبانه، سازمان‌های داخلی یا بین‌المللی هستند که استانداردهایی داوطلبانه را با استفاده از رویه‌های مورد توافق طرح‌ریزی، تدوین، ایجاد یا هماهنگ می‌کنند. نمونه‌هایی از چنین سازمان‌های ملی شامل جامعه‌ی مهندسان مکانیکی آمریکا (ASME[۲۶]) و ASCE در ایالات‌متحده، (DIN[۲۷]) در آلمان و نهاد استانداردهای بریتانیا (BSI[۲۸]) در انگلستان هستند. ISO، نمونه‌ای از سازمان‌های استانداردهای مبتنی‌بر اجماع بین‌المللی است. نمونه‌ی معمول از یک استاندارد داوطلبانه‌ی جهانی، فرمت کارت‌های اعتباری، تلفن و هوشمند است. پیوستن به یک استاندارد ISO، که خصوصیاتی مانند ضخامت استاندارد (۰٫۷۶ میلی متر) را تعریف می‌کند، کاربرد جهانی این کارت‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. استانداردهایی که به‌طور جهانی موردپذیرش واقع شدند، می‌توانند در افزایش قابلیت اطمینان و اثربخشی کالاها و خدمات مورداستفاده‌ی مردم، نقش داشته باشند.

استانداردها: زیرساخت

همان‌گونه که در خصوص گونه‌های مختلف استانداردها و فرایندهای متفاوت به‌وجود آمدن آن‌ها دیده شد، زیرساخت استانداردها سیستمی پیچیده از فعالیت‌های عمدتاً فنی و دارای وابستگی متقابل است که اغلب به شیوه‌های مدون یا پذیرفته شده، منجر می‌شود. برخورداری از یک زیرساخت مناسب امکان تبادل مطمئن اطلاعات فنی را بین دانشمندان و مهندسان و بین تأمین‌کنندگان کالاها و خدمات و مشتریان و بین دولت و بخش خصوصی فراهم می‌کند. ارزش بهره‌مندی از استانداردهای مناسب معلوم است: آن‌ها برای پیشرفت اقتصادی و امنیت ملی حیاتی هستند. استانداردهای جهانی صادرات و تجارت بین‌المللی را تسهیل می‌کنند، اگرچه، ممکن است استانداردهای منطقه‌ای موانع تجاری ایجاد کنند.

زیرساخت استانداردها در سراسر جهان باهم فرق می‌کند. به‌طور کلی، استانداردهای کیفیت را ملل توسعه یافته ایجاد می‌کنند. در اروپا و کشورهای حاشیه‌ی اقیانوس آرام[۲۹]، سازمان‌های تدوین و توسعه‌ی استاندارد (SDOs[۳۰]) طرح و برنامه‌ای منسجم دارند، تمرکزگرا هستند و توسط دولت تأمین مالی می‌شوند. در ایالات متحده، SDOs هیچ طرح و برنامه‌ی منسجمی ندارند، غیرمتمرکز هستند و بودجه‌ی خود را از طریق اعضای خود و فروش استانداردها تأمین می‌کنند. در نتیجه‌ی افزایش تجارت بین‌المللی، مدل کشورهای اروپایی و کشورهای حاشیه‌ی اقیانوس آرام می‌تواند اثربخشی بیشتری در مقایسه با مدل آمریکایی داشته باشد. به‌عنوان مثال، توافق‌نامه‌ی ۱۹۹۱ وینِنا[۳۱] به ISO این امکان را داد تا با چشم‌پوشی از مشارکت سایر ملل، در بیشتر مواقع از استانداردهای در حال تدوین اتحادیه‌ی اروپا به‌عنوان استانداردهای بین‌المللی استفاده کند. صنعت استانداردسازی و آژانس‌های دولتی در ایالات متحده در حال برداشتن گام‌هایی به‌سوی ایجاد محیطی عادلانه‌تر هستند که شامل حمایت مالی دولت از نهادهای

۲۱. صفحه کلید قدیمی اغلب با استفاده از شش کاراکتر اول شناخته می شود QWERTY)- شش حرف از ردیف بالای صفحه کلید).

22. regulatory
23. Occupational Safety and Health Administration
24. Environmental Protection Agency
25. Voluntary consensus standards bodies
26. American Society of Mechanical Engineers
27. Deutches Institut fur Normung
28. British Standards Institution
29. the Pacific Rim
30. standards development organizations
31. Vienna Agreement

استانداردسازی، اعطای موقعیت‌هایی به ISO و کسب حمایت جهانی از تعییر است.

در ایالات متحده، بیش از ۴۰۰ تدوین‌کننده‌ی استانداردهای بخش خصوصی با نزدیک به ۱۰۰ هزار استاندارد مناسب وجود دارد. سازمان‌های تدوین و توسعه‌ی استاندارد بیشترین اقدامات را در راستای تدوین استانداردهای داوطلبانه در ایالات متحده انجام می‌دهند. نهاد ملی استانداردهای آمریکا (ANSI[۳۲]) یک سازمان خصوصی و غیرانتفاعی است که بخش‌های خصوصی و عمومی را به‌منظور تدوین و توسعه‌ی استانداردها برای مجموعه‌ی گسترده‌ای از صنایع در ایالات متحده، گردهم می‌آورد. ANSI استانداردهای ملی آمریکایی (ANSs[۳۳]) را خودش تدوین نمی‌کند، در عوض، کار توسعه‌ی استانداردها را از طریق ایجاد اجماع میان گروه‌های واجدشرایط تسهیل می‌کند. ANSI همچنین سازمان‌های تدوین و توسعه‌ی استاندارد (SDOs) را اعتباردهی می‌کند تا بتوانند از طریق اجماع، بازبودن و فرایند قانونی کار خود را انجام دهند، این سازمان همچنین، تنها عضو رأی دهنده از ایالات متحده در ISO و کمیسیون بین‌المللی الکترومکانیکی (IEC[۳۴]) است. استانداردها حاصل فعالیت‌های اجتماعات علمی و حرفه‌ای مانند ASME، اتحادیه‌های تجاری مانند اتحادیه‌ی ملی تولیدکنندگان لوازم الکتریکی (NEMA[۳۵]) و سازمان‌های عضو تدوین و توسعه‌ی استاندارد مانند ASTM هستند که حدود ۸۵۰۰ استاندارد تدوین و منتشر کرده است. دولت فدرال نیز اساساً استانداردهایی را از طریق نهادهای تنظیم‌گر، دفاعی و تدارکات خود تدوین می‌کند. از زمان جنگ جهانی دوم، حدود ۴۰ درصد از استانداردهای ایالات متحده، دفاعی هستند. از دهه‌ی ۱۹۸۰ تاکنون، رقابت‌پذیری در اقتصاد جهانی، برای ایالات متحده، یک اولویت محسوب می‌شود و منجر به افزایش تعداد استانداردهای مبتنی‌بر عملکرد شده است.

در دولت فدرال، نهاد ملی استانداردها و فناوری (NIST[۳۶]) مبانی فناورانه‌ی استانداردها را تنظیم و هماهنگ می‌کند و اسباب رشد اقتصادی را از طریق کارکردن با صنعت با هدف به‌کار گرفتن فناوری، اندازه‌گیری‌ها[۳۷] و استانداردها فراهم می‌کند. اداره‌ی ملی استانداردها (NBS[۳۸]) توسط کنگره در سال ۱۹۰۱ تأسیس شد و هدف کلان آن پشتیبانی از صنعت، تجارت، نهادهای علمی و تمامی شاخه‌های دولتی بوده است. قریب به ۱۰۰ سال، آزمایشگاه‌های NIST و NBS با صنعت و دولت به‌منظور پیشرفت علم اندازه‌گیری و تدوین و توسعه‌ی استانداردها کار کرده‌اند.

NBS در زمان توسعه‌ی صنعتی در ایالات متحده به‌منظور کمک به پشتیبانی از صنایع تولید فولاد، راه‌آهن، تلفن و صنایع برق ایجاد شد، تمامی صنایعی که در زمان خود از نظر فنی پیچیده بودند، اما استانداردهای مناسب و کافی نداشتند. در ایجاد NBS، کنگره به‌دنبال رفع نیاز بلندمدت ایالات متحده به‌منظور ارائه‌ی استانداردهای اندازه‌گیری برای تجارت و صنعت و پشتیبانی از "زیرساخت فناوری" قرن بیستم بود.

نوآوری

تعریف یکی از فرهنگ‌های واژگان از نوآوری بدین صورت است: نوآوری معرفی چیزی جدید مانند یک ایده، روش یا وسیله است. یک شرکت یا محصول نوآورانه باید از نظر منحصربه‌فرد بودن در شکل، کارکرد یا رفتار با موارد قبلی فرق داشته باشد. نوآوری‌ها به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند: بنیادین[۳۹] و انطباقی[۴۰]. نوآوری بنیادین منجر به یک محصول یا فرایند جدید می‌شود و تصور نمی‌شود که پیش از معرفی به بازار به آن نیاز باشد. اما نوآوری انطباقی براساس نیاز ایجاد شده است. اگرچه، این تعریف از نوآوری محدودیت آور است به این معنی که بین شرکت‌ها یا محصولاتی که صرفاً جدید هستند و آن‌هایی که نوآورانه هستند، تمایزی قائل نمی‌شود. بنگاه‌هایی که محصولی جدید را روانه‌ی بازار می‌کنند به‌طور معمول این کار به‌منظور کسب منافعی بیشتر از سهم بازار موجود انجام می‌دهند. به این معنی که این‌گونه از محصولات در مقایسه با نوآوری‌ها دارای کسب و کارهای ریسک‌پذیرتری هستند. از نظر کسب و کار، نوآوری‌ها به‌طور کلی بازدهی به مراتب بهتر (۵۶٪) از میانگین بازگشت سرمایه‌گذاری در کسب و کار آمریکا (۱۷٪) دارند. شرط لازم برای شرکت‌ها یا محصولات نوآورانه‌ای مانند مک‌دونالدز[۴۱]، دستگاه ضبط و پخش ویدئو و رایانه‌ی شخصی- این است که آن‌ها شرکت‌ها یا محصولاتی جدید ایجاد می‌کنند. اگرچه، چنین شرطی کافی نیست. آن‌ها همچنین باید بازارهایی جدید منتشر یا ایجاد کنند. در این خصوص، توماس ادیسون[۴۲]، با اینکه موفق‌ترین مخترع تاریخ به‌شمار می‌رود، اما نتوانست یک نوآور خوب از نظر کسب‌وکار باشد، زیرا او در زمینه‌ی بهره‌برداری از اختراعات خود موفق عمل نکرد.

32. American National Standards Institute
33. American National Standards
34. International Electromechanical Commission
35. National Electrical Manufacturers Association
36. National Institute of Standards and Technology
37. measurements
38. National Bureau of Standards
39. fundamental
40. adaptive
41. McDonald's
42. Thomas Edison

در مورد مک‌دونالدز، نوآوران از یک محصول موجود مانند همبرگر استفاده کردند و یک زیرساخت کلی برای ارائه‌ی محصولی استاندارد به‌صورت به‌هنگام[43] با قیمت پایین، در یک محیط تمیز توسعه دادند. به‌طور خلاصه، آن ها یک بازار جدید خلق کردند. در مورد دستگاه‌های ضبط و پخش ویدئو، نوآوران ژاپنی از فناوری آمریکایی موجود- فیلم‌برداری با نوارهای دو اینچی حلقه‌ای و یک بازار گوشه در صداوسیما- بهره‌برداری کرده و آن را به یک دستگاه قابل حمل برای بازار خانگی تبدیل کردند. این نوآوری بنیادین موجب شکل‌گیری تقاضایی شد که به ۱۵ بیلیون دلار فروش در دهه‌ی ۱۹۸۰ رسید. جالب اینکه پیش تر موضوع استانداردسازی مانع از این شده بود که بِتامَکس[44] (یک نوع فرمت ویدئوکاست پیش‌تر از VHS) به یک طرح غالب تبدیل شود. در مورد رایانه‌ی شخصی، رایانه‌ی اَپِل در اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰ به جامعه‌ی رایانه و محاسبات ثابت کرد که یک رایانه‌ی رومیزی نه تنها امکان‌پذیر است، بلکه مطلوب هم است. جالب اینکه اَپِل، سهم بازار غالب خود در سال ۱۹۸۳ را از دست داد، زیرا در انطباق با معماری باز که استاندارد بازار رایانه های شخصی است، شکست خورد.

زمان‌بندی هم برای موفقیت نوآوری بسیار مهم است. زمانی که IBM در سال ۱۹۶۵، رایانه‌ی اصلی سری ۳۶۰ خود را به بازار معرفی کرد، این رایانه براساس فناوری مدار ترکیبی بود، با وجود اینکه فناوری مدار یکپارچه پیش از آن در سال ۱۹۶۱ در یک رایانه ی اولیه ارائه شده بود. در نتیجه، محصول IBM با وجود نو بودن، نوآورانه محسوب نمی‌شد.

آتربَک[45] در کتاب پویایی‌های نوآوری خود، چرخه‌ی عمر محصول را برحسب نوآوری تعریف می‌کند. در مرحله نوآوری محصول، تنوعی از محصولاتی که از نظر فنی تغییر می‌کنند، وجود دارد که توسط گروهی از تأمین‌کنندگان پشتیبانی می‌شوند. این تأمین‌کنندگان تعداد نسبتاً کمی از این قطعات بسیار متنوع را می‌سازند. تأمین‌کنندگان جدیدی وارد بازار می‌شوند که قطعات را براساس نوآوری‌های فنی با مزایای منحصربه فرد و متمایز تولید می‌کنند. در مرحله‌ی نوآوری در فرایند، نوآوری به بهبودهایی در محصول که موجب ارتقای استانداردها می‌شود و به بهبودهایی در ساخت و بازاریابی و توزیع محدود می‌شود. محصولات جدیدی که به استاندارد بازار حمله می‌کنند، محکوم به شکست هستند.

مهندسان و متفکران نوآور، ایده‌ها و تجربیات خود را به شیوه‌هایی به‌کار می‌گیرند که در ابتدا ناشناخته هستند و منجر به نوآوری‌های بنیادین می‌شوند. به‌عنوان مثال، اعتقاد بر این است که بیش از ۵۰۰ سال پیش، یوهانس گوتِنبِرگ[46] پرس چاپ را با استفاده از اتصال دو فناوری غیرمرتبط با هم اختراع کرده است: پانچ سکه۴۷ و انگورکوب[48]. پانچ سکه دستگاهی است که برای ساخت یک نشان دائمی روی سکه استفاده می‌شد. انگورکوب برای ایجاد فشار روی محدوده ای بسیار بزرگ به‌کار می‌رفت. گوتِنبِرگ این دو ایده را باهم ترکیب کرد تا فکر یک صفحه‌ی چاپی به‌سرش زد.

غیر از عوامل فردی، تعداد زیادی عوامل محیطی جهانی و محلی وجود دارند که موجب تشویق یا ممانعت از نوآوری می‌شوند. به‌ویژه در مقیاس جهانی، تمایلات فرهنگی و محدودیت‌های فناورانه‌ای وجود دارند که بر توانایی ایجاد نوآوری اثر می‌گذارند. به‌عنوان مثال، بالگرد قرن ۱۵ام، در عین اینکه شاهدی از نبوغ داوینچی[49] به‌شمار می‌رود، به‌خاطر محدودیت‌های فناورانه‌ی بی‌شماری که وجود داشت، بیش از ۴۰۰ سال نتوانست کار کند. به‌طور مشابه، موتور تحلیل‌گر (رایانه) چارلز بابِیج[50] در دهه‌ی ۱۸۴۰، عمدتاً به خاطر مسائل فناوری آن دوره (نبود الکترونیک یا جبر بولی[51]) نتوانست کار کند. نزدیک به یک قرن گذشت تا اینکه یک فناوری حیاتی توانست با یک نمونه‌ی اولیه‌ی عملیاتی یکپارچه شود. نوآوری و انتشار به شدت تحت تأثیر فرهنگ نیز هستند. ممکن است جامعه‌ای یک فناوری را اختراع کند اما نتواند آن را توسعه دهد. مخترعان آمریکایی فیلم‌برداری را ایجاد کردند، اما نوآوران ژاپنی توانستند فناوری را به‌طور مناسب برای بازار خانگی توسعه دهند. چین منبع بسیاری از اختراعات اولیه بود: ۱) کاغذ در قرن دوم قبل از دوره ی رایج، ۲) لرزه نگار در قرن دوم، ۳) چدن، روتور بالگرد، و نظام اعشاری (ده دهی) در قرن چهارم.

با این حال، فرهنگ چین به‌گونه‌ای بود که این اختراعات تا قرن‌های بعدی هم در تمدن‌های دیگر به فناوری تبدیل نمی‌شد. کاغذ در قرن هفتم به هند و در قرن هشتم به آسیای غربی رسید. این فرهنگ‌ها فناوری را با فروش کاغذ به اروپایی‌ها منتشر کردند، تا زمانی که تولید در غرب در قرن ۱۲ام، بیش از هزار سال بعد از اختراع کاغذ به‌دست آمد.

در سطح محلی، عوامل اثرگذار بر نوآوری شامل اندازه و ساختار شرکت و صنعت، نگرش‌های مدیریتی، و سازوکارها مانند استانداردها برای انتشار گسترده هستند. به‌عنوان

43. just-in-time
44. Betamax
45. Utter back
46. Johannes Gutenberg
47. coin punch
48. wine press
49. da Vinci
50. Charles Babbage
51. Boolean algebra

مثال، شرکت‌های دوراندیش سازوکارهایی داخلی برای پرورش فرهنگ نوآوری ایجاد می‌کنند. آرت فرای[52] توانست برچسب‌های یادداشت Post-It را با استفاده از چسبی تولید کند که خشک نشود، زیرا 3M با اینکه شرکتی بزرگ است، اما به کارکنان خود این اختیار را می‌دهد که مستقل و تاحدودی خودمختار باشند. اگرچه، ایده‌ی او در ابتدا در جلسه‌ای که به‌طور ویژه برای انتقال ایده‌های جدید طراحی شده بود، رد شد، اما او برای توزیع دفترچه یادداشت‌های نمونه به منشی‌های مدیر خود اصرار ورزید.

رابطه‌ی ذاتی بین نوآوری و استانداردها

با تعاریف و دسته‌بندی‌های ارائه‌شده برای استانداردها و نوآوری، تاریخچه‌ی موارد منتخب را با هدف شناسایی اثر هریک بر دیگری بررسی می‌کنیم. تاریخچه‌ی هر مورد منتخب نشان می‌دهد که چگونه استانداردها و نوآوری به‌روش‌هایی مختلف و گاهی شگفت‌انگیز برهم کنش دارند. همچنین، این موارد به‌منظور مطالعه‌ی گونه‌های متنوعی از صنایع و فرایندها انتخاب شدند.

شیاردار کردن لبه‌های سکه‌ها

نقره و طلای خالص هر دو آن قدر نرم هستند که برای سکه مناسب نیستند، چون به سرعت و به شدت از بین می‌روند. برای اینکه این فلزات دوام بیشتری پیدا کنند، به‌طور تاریخی، آن‌ها را با فلزات دیگر ترکیب و آلیاژ درست می‌کنند. در قرن ۱۷ ام و ۱۸ ام، هر کشور (یا گاهی هر ضرابخانه یا شهر) نسبت دقیق خود از هر فلز را برای تهیه‌ی آلیاژ در ضرب سکه استفاده می‌کرد. در نتیجه، وزن سکه به‌تنهایی ارزش واقعی آن را تعیین نمی‌کرد و نیاز به دانستن درصد آلیاژ در نقره یا طلا بود که گاهی درصد ناخالصی نامیده می‌شد. خلوص به‌عنوان عیار[53] آن تعیین می‌شد. به‌عنوان مثال، بریتانیا بعدها برای ساخت نقره‌ی ٪۹۲٫۵، ترکیبی از ۹۲۵ قطعه نقره‌ی خالص با ۷۵ قطعه مس را استفاده کرد که به‌عنوان نقره‌ی ۰٫۹۲۵ عیار نامیده می‌شد. این ترکیب، استاندارد پوند استرلینگ بریتانیا بود.

به‌خاطر تجارت بین‌المللی بریتانیای بزرگ، سکه‌های نقره و مس از کشورهای مختلف هم در داخل و هم در خارج، به‌طور منظم با سکه‌های بریتانیایی مبادله می‌شدند. به‌منظور تعیین دقیق ارزش نسبی سکه‌های خارجی، باید آزمون عیارگیری انجام می‌شد. این کار شامل ذوب‌کردن نمونه‌های وزن کامل هر سکه، سپس استخراج آلیاژ از آن یا اضافه‌کردن آلیاژ به آن بود تا زمانی که نقره یا طلا به یک عیار از پیش تعیین شده برسند. زمانی که یک عیار یکنواخت به‌دست می‌آمد، هر نمونه وزن می‌شد.

روش دیگری برای کاهش ارزش واقعی سکه‌ها وجود داشت. یک روش نوآورانه و البته غیرقانونی که در اواخر قرن ۱۷ام و اوایل قرن ۱۸ام مرسوم بوده، بریدن حاشیه‌ی دور سکه‌ها بود، بدون اینکه قابل تشخیص باشد. به‌منظور جلوگیری از این عمل، ضرابخانه‌ها شیوه‌ی نشانه‌گذاری لبه‌های سکه‌ها را در سال ۱۶۶۲ ابداع کردند. تا به این قرن، سکه‌های یک پوندی انگلیسی با ضخامت ۳ میلی‌متر هنوز هم کلمات "Decus et tutamen" به معنی "یک زینت و یک محافظ" را در اطراف خود نگه می‌دارند.

با این حال، ضرابخانه‌ها تا ۳۰ سال، سکه‌هایی را با لبه‌های کنگره دار تولید می‌کردند. زمانی که اسحاق نیوتن[54] در سال ۱۷۰۰ به‌عنوان استاد، کار خود را آغاز کرد، هنوز تعداد بسیاری از سکه‌های غیرکنگره‌دار تراشیده شده و بی‌کیفیت به‌عنوان پول رایج در گردش بودند. این موضوع باعث تورم شد و به‌دلیل جنگ پرخرجی که با فرانسه در آن زمان جریان داشت، مسأله‌ای جدی به‌شمار می‌رفت. دولت تصمیم گرفت که همه سکه‌های غیرکنگره‌دار را فراخوان کند و دوباره کار سکه‌زنی را با دستگاه‌های جدید انجام دهد.

نیوتن تفکر نوآورانه و خلاقانه‌ی خود را بروز داد و دستور داد که اثربخش‌ترین آزمون عیارگیری در سال ۱۷۰۲ انجام شود. او از یک روش آزمون عمومی برای ۴۴ سکه‌ی نقره‌ی خارجی و ۱۲ سکه‌ی طلای خارجی در رابطه با استاندارد بریتانیا استفاده کرد. نیوتن، همچنین دستگاه‌های جدیدی برای شیاردار کردن سکه‌های ضرب شده‌ی جدید به‌کار گرفت. او طرحی برای اندازه‌گیری وزن ارائه داد که به اندازه‌ی ٪۰/۰۱ (یک مایت) اونس تروا[55] دقیق بود، اندازه‌ی یک سکه معمولی آن زمان. نیوتن این پروژه را به‌منظور کمک به تجارت بریتانیا به‌عهده گرفت، با این‌حال، این کار برای آمریکای مستعمراتی هم بسیار مهم بود، زیرا تعداد زیادی از این سکه‌ها در آن مستعمره‌ها استفاده می‌شد. دو سال بعد از آزمون عیارگیری، ملکه آن[56] بیانیه‌ای مبنی‌بر ایجاد نرخ‌های استاندارد برای سکه‌ها در

۵۵. برای اندازه‌گیری وزن فلزات گران‌بها، یعنی طلا، نقره، پلاتین، رودیم و پالادیم از اونس بین‌المللی تروا استفاده می‌شود که معادل ۳۱٫۱۰۳۴۷۶۸ گرم است. این اونس فقط برای اندازه‌گیری فلزات گران‌بها کاربرد دارد و وزن شمش‌ها و سکه‌های طلا و دیگر فلزات گران‌بها و نیز قیمت آن‌ها معمولا با اونس تروا بیان می‌شود. اصطلاح «یک اونس طلا» به‌معنی طلایی یک‌تکه یا ساچمه با وزن یک اونس تروا و با خلوص ٪۹۹٫۹۹ (۲۴ عیار) است (مترجمان).

52. Art Frye
53. fineness
54. Isaac Newton

مستعمره‌ها صادر کرد. جالب اینکه ملکه آن، در سال ۱۷۰۵ به نیوتن به‌دلیل اقداماتش به‌عنوان سرپرست ضرابخانه نشان افتخار اعطا کرد نه به‌خاطر نقشی که در توسعه‌ی علم و ریاضیات داشت.

مرور تاریخچه‌ی مسکوک‌شناسی[57] نشان می‌دهد که چگونه خواص مواد و حقه‌های نوآورانه، نیازمندی به استانداردسازی سکه را ایجاد کرد. استانداردسازی در عوض، منجر به نوآوری‌هایی در فناوری شد (روش‌شناسی شیاردار کردن لبه‌ی سکه‌ها و آزمون عیارگیری) و در نهایت موجب بروز نوآوری‌هایی در پول کاغذی شد که تا به امروز به‌منظور اطمینان از ثبات و پیشگیری از جعل پول ادامه دارد. این روایت، رابطه‌ای متقابلاً سودمند[58] را بین استانداردها و نوآوری نشان می‌دهد.

صفحه کلید QWERTY

نمونه‌ای از تفکر نوآورانه‌ای که به یک استاندارد غیررسمی منجر شد که در حال حاضر دیگر از آن استفاده نمی‌شود، در ترکیب صفحه کلید QWERTY فعلی وجود دارد که در شکل (۱) نشان داده شده است. در دهه ی ۱۸۷۰، شرکت رِمینگتون آرمز[59] که یک تولیدکننده‌ی پیشرو در زمینه‌ی ماشین‌های تحریر دستی بود، شکایاتی دریافت کرد مبنی‌بر اینکه ماشین‌های تحریر آن ها اغلب هنگامی که تایپیست‌ها خیلی سریع کار می‌کردند، قفل می‌کرد. به‌منظور حل این مسأله، مهندس رِمینگتون، ایده‌ی جداسازی حروف معمولاً مرتبط به‌هم را مانند q و u مطرح کرد. منطق این‌کار بسیار ساده بود. با آهسته‌تر کردن سرعت تایپ، نرخ قفل کردن هم کاهش می‌یافت. بنابراین، ایده‌ی ترکیب‌بندی QWERTY طراحی شد که به اندازه‌ای موجب کاهش عمدی سرعت تایپیست می‌شود.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	_	=
Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	½
A	S	D	F	G	H	J	K	L	;	‘
Z	X	C	V	B	N	M	,	.	/	

شکل ۱: استاندارد ترکیب‌بندی صفحه‌کلید QWERTY(ANSI X4.7-1966)

?	,	.	P	Y	F	G	C	R	L	/
A	O	E	U	I	D	H	T	N	S	-
‘	Q	J	K	X	B	M	W	V	Z	

شکل ۲: صفحه‌کلید ساده شده‌ی دی وراک[60] در سال ۱۹۳۶

زمانی که ارتباطات بهتر (یک راه‌کار مهندسی واقعی) به قفل شدن‌های کمتر ماشین‌های تحریر منجر شد، سایر تولیدکنندگان ماشین‌های تحریر نیز هر یک با ادعای مزایای فنی، آرایش‌های مختلفی از صفحه‌کلید ارائه دادند. با این‌حال، دلیل این ادعاها، بیشتر انگیزه‌های ماکیاولیستی بود تا بیان واقعیت. هر تولیدکننده‌ای می‌دانست که زمانی‌که یک تایپیست یاد بگیرد که از صفحه‌کلید او استفاده کند، به احتمال زیاد، از صفحه‌کلید دیگری در آینده استفاده نخواهد کرد. با این‌حال، در سال ۱۹۱۱، صفحه کلید QWERTY، اولین صفحه کلیدی بود که دیدن کاراکترها را بلافاصله بعد از تایپ آن برای تایپیست ممکن می‌کرد. این پیشرفت نوآورانه در لبه ی دانش منجر به این شد که عده‌ی بسیاری از تایپیست‌هایی که از صفحه کلیدهای دیگری استفاده می‌کردند، به یادگیری و استفاده از ترکیب صفحه‌کلید QWERTY بپردازند. در نتیجه، تولیدکنندگان درحال رقابت ماشین‌تحریر مجبور شدند ترکیب‌بندی QWERTY را بپذیرند تا بتوانند ماشین‌های تحریر خود را به‌عده‌ی بی‌شمار تایپیست‌های آموزش دیده بفروشند.

در نتیجه، ترکیب صفحه‌های کلید تعیین شد و هنوز هم به همان ترتیب ثابت است تا یک ترکیب‌بندی نسبتاً

56. Queen Anne
57. numismatic
58. symbiotic relationship
59. Remington Arms
60. Dvorak

ناکارآمد داشته باشیم. به‌عنوان مثال، حروف o، a و i از جمله شش حرف برجسته‌ای هستند که بیشترین کاربرد را در زبان انگلیسی دارند، اما موقعیت آن‌ها روی صفحه‌کلید به‌گونه‌ای است که باید با انگشتان نسبتاً ضعیف‌تری فشرده شوند (انگشت حلقه و انگشت کوچک). دست چپ بیشترین کار تایپ را انجام می‌دهد (٪۵۷)، بسیاری از واژه‌های رایج (was، were، extra) فقط با دست چپ تایپ می‌شوند. بیشتر تایپ‌ها (٪۵۲) در ردیف زیرین در مقایسه با ردیف خانه (٪۳۲) انجام می‌شوند. انگشت کوچک با فشردن کلید shift، backspace و tab پرکارترین است.

با این‌حال، از سال ۱۹۱۱ تاکنون، مرزهای دانش در فناوری صفحه‌کلید، پیشرفت کرده به‌گونه‌ای که سرعت تایپ قابل قبول‌تر شده است. در واقع، آگوست دی وراک[۶۱] در دهه‌ی ۱۹۳۰، صفحه‌کلیدی کارآمدتر تولید کرد که در شکل (۲) نمایش داده شده است. ترکیب‌بندی او از جنبه‌های مختلفی موفق‌تر بود. به‌عنوان مثال، دست راست بیشتر از دست چپ تایپ می‌کرد (٪۵۶ به ٪۴۴). هفتاد درصد از تایپ روی ردیف خانه انجام می‌گرفت، صفحه‌کلید به‌گونه‌ای طراحی شده بود که ردیف وسط کلیدها شامل رایج‌ترین حروف بود. ترکیب‌های حروف رایج (qu، in، un) به‌گونه‌ای قرار گرفته بودند که بتوان آن‌ها را با سرعت بیشتری در مقایسه با صفحه‌کلید QWERTY تایپ کرد. کاسینگهام[۶۲] برآورد کرد که با استفاده از صفحه‌کلید دی وراک، تایپیست‌های حرفه‌ای می‌توانند تا ٪۲۰ سریع‌تر تایپ کنند. فراتر از آن، در طول ۸ ساعت در روز، دست یک تایپیست روی صفحه‌کلید QWERTY ۱۶ بار بیشتر از صفحه کلید Dvorak حرکت می‌کند. نهاد ملی استانداردهای آمریکا ترکیب‌بندی صفحه‌کلید Dvorak را با انتشار استاندارد X4.22 (ANSI) تأیید کرد.

با وجود این مزیت‌ها، ٪۹۹٫۹۹ از صفحه‌کلیدهای امروزی مبتنی بر QWERTY هستند و در این مورد نشان می‌دهد که استانداردها مانع نوآوری و پیشرفت شده‌اند. این مورد، نمونه‌ای از ارائه‌ی محصولی جدید به بازار طی مرحله‌ی نوآوری در فرایند است. زیرا QWERTY یک استاندارد غیررسمی بود که حدود ۲۰ سال قبل‌تر از صفحه‌کلید دی وراک اختراع شده بود و جامعه به اندازه‌ای در این استاندارد قفل شده بود که قادر نبود محصول جدیدی را بپذیرد که آن را تغییر می‌دهد، حتی اگر این محصول جدید عملکرد بهتری داشته باشد.

اتصالات هیدرولیک صنعتی

سیستم‌های سیال هیدرولیک، برق سیستم‌های مکانیکی را به روش‌های گوناگونی تأمین می‌کنند، از جمله بالا بردن، کلاچ کردن و تعویض دنده. یک سیستم هیدرولیکی برق را از طریق سیال تحت فشار در یک مدار بسته منتقل و کنترل می‌کند. به‌طور کلی، مدار از طریق اجزایی که پورت‌های رزوه‌دار دارند، بسته باقی می‌ماند و با پیچ متصل به یک شیلنگ هیدرولیکی، به اتصالات هیدرولیکی متصل می‌شود. در میان ویژگی‌های عملکردی آن، اتصالات هیدرولیک صنعتی فعلی باید تحمل فشار را تا ۴۰ مگاپاسکال (6000 psi) بدون نشتی داشته باشد. افزون بر این، این اتصالات باید در دامنه‌ی دمایی از زیر صفر تا نقطه‌ی جوش کار کنند و باید بتوانند در طول عمر موردانتظار خود بیش از یک میلیون سیکل ارتعاش را تحمل کنند. اتصالات به‌طور معمول در حجم‌های بالا و مطابق با استانداردهای صنعتی ساخته می‌شوند.

قبل از ۱۹۸۰، زمانی که فشارهای خطی پایین‌تر بود، اتصالات معمولاً فلز به فلز بود و سبک آن از یک صنعت به صنعت دیگر و شکل آن از یک منطقه به منطقه‌ای دیگر فرق می‌کرد. اقلام کوچک بین اجزا فاقد استانداردهای خاصی بودند. با افزایش فشارهای خطی، هیچ واسط پورت/ پیچی به‌صورت تکی ارائه نشد تا بتواند نیاز صنعت را برآورده کند. سازمان بین‌المللی استاندارد پیش‌نویس چندین استاندارد بین‌المللی (DISs[۶۳]) مرتبط و رقیب را تنها برای پورت‌ها تدوین کرد: ISO/DIS 1179 (رزوه‌های ویتورث[۶۴])، ISO/DIS 9974 (رزوه های متریک) و ISO/DIS 11926 (رزوه های اینچی). استاندارد ISO 6149 با عنوان "سیستم‌ها و اجزای توان سیال- پورت‌های متریک- ابعاد و طراحی" در سال ۱۹۸۰ منتشر شد تا تغییر بین‌المللی به سیستم متریک را نشان دهد. با این‌حال، این استاندارد فقط اتصال پورت را مشخص می‌کرد، هیچ یک از اتصالات متریک برای پیوستن به پورت، آزمون یا تعیین نشده بودند. درنتیجه، اتصالات گوناگونی در بازار جهانی ظهور یافتند. این اتصالات شامل درزبندهای فلز به فلز محصول جان دیر[۶۵] تولیدکننده‌ی تراکتور (از جمله اتصالات مخروط- متریک و اتصالات اینچی فلِر)، و محصول اتصالات درزبند سطح اُرینگ جامعه ی مهندسی خودرو (SAE[۶۶]) بودند. دو استاندارد اصلی این اتصالات را هدایت می‌کرد: استاندارد (متریک) آلمانی، DIN 3852[۶۷] و استاندارد (اینچی) آمریکایی، SAE J1453[۶۸].

61. August Dvorak
62. Cassingham
63. draft international standards
64. Whitworth threads
65. John Deere
66. Society of Automotive Engineering'
67. "Scewed plugs; tapped holes; with fine pitch thread, general outlay of types"
68. "Fitting—O-Ring Face Seal"

برای جان دیر در دهه‌ی ۱۹۸۰ روشن بود که اتصالات مبتنی بر اُرینگ بهترین تضمین برای سیستم‌های بدون نشتی محسوب می‌شوند. در همان زمان، آن‌ها دو خط جدید از تراکتورهای کشاورزی را در سال ۱۹۹۲، برای معرفی به بازار آماده داشتند. کارخانه‌ی آن‌ها در مانهایم[۶۹] آلمان، سبک‌ترین سری‌های تراکتور HP 85–66 را تولید می‌کرد و کارخانه‌ی دیگر آن‌ها در واترلو[۷۰] IA سنگین‌ترین سری‌ها HP 145–110 را تولید می‌کرد. به‌خاطر اینکه هر کارخانه، تراکتور را برای بازارهای بین‌المللی تولید می‌کرد، هدف اصلی طراحی برای این برنامه‌های جدید، استفاده از قطعات مشترک برای هر دو سری و استفاده از استانداردهای بین‌المللی تا بیشترین حد ممکن بود.

نتیجه‌ی نوآورانه از این اهداف این تصمیم بود که اتصالات هیدرولیک و پورت‌ها برای هر سری تراکتور یکسان باشند. این موضوع، تولید و خدمت را برای این اتصالات در سرتاسر جهان یکسان می‌کرد، بنابراین موجب صرفه‌جویی در نیروی انسانی و پول می‌شد. این تصمیم که در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ اتخاذ شد، جان دیر را مجبور کرد که در پذیرش و بهبود استاندارد ISO 6149 و ارتقای طراحی اتصالات الاستومری پیشرو باشد تا بتواند با پورت‌های طراحی‌شده مطابق با استاندارد ISO 6149، جفت شود. دشواری‌های فنی این تصمیم، اساساً مربوط به تغییر بین طراحی اینچ و متریک و تشخیص این دو از هم، برآورد اندازه‌ی اُرینگ و آزمون کردن طرح جدید بود.

به‌منظور غلبه‌بر این مسائل، جان دیر به یک مشارکت‌کننده‌ی فعال در فرایند تدوین استانداردهای داوطلبانه در کمیته‌های SAE، DIN و ISO تبدیل شد. نتیجه‌ی نهایی این فرایند، پذیرش پورت و اتصالات هیدرولیکی استاندارد توسط جامعه‌ی بین‌المللی بود.

تبادل داده‌ی محصول

فرایند طراحی و ساخت فعلی مجموعه‌ای از برنامه‌های رایانه‌ای را به‌کار می‌گیرد که برای وظایف خاصی طراحی شده‌اند. برای نمونه، سیستم‌های طراحی به‌کمک رایانه (CAD[۷۱]) برای طراحی قطعات استفاده می‌شوند، درحالی‌که سیستم‌های طرح‌ریزی فرایند برای ایجاد فرایندهای ساخت استفاده می‌شوند. فعالیت شرکت‌های طراحی و ساخت به این برنامه‌های کاربردی بستگی دارد تا بتوانند محصولات خود را تولید و به بازار عرضه کنند. سیستم‌های CAD با فرمت‌های داده‌ی خود نمی‌توانند هیچ تبادل داده‌ای را بدون ترجمه انجام دهند. مسائل مربوط به تبادل داده موجب از دست رفتن زمان و پول شرکت‌ها می‌شود. حتی با وجود STEP مناسب، تعامل‌پذیری ناقص، سالانه کمینه یک بیلیون دلار هزینه به اعضای زنجیره‌ی تأمین خودرو در ایالات متحده تحمیل می‌کند.

چگونه این هزینه‌ها به فرایندهای نوآورانه منجر می‌شود؟ یک نمونه در این‌باره را می‌توان در طراحی بوئینگ ۷۷۷ مشاهده کرد. در این پروژه، بوئینگ در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ با توافق روی طراحی و ساخت یک جت دارای کیفیت بالا با پول و زمان کمتر از آن چه که در گذشته انجام می داد، آینده ی خود را به خطر انداخت. در حالی که از تکنیک های نوآورانه ی بسیاری برای این کار استفاده شده بود، که یکی از اصلی‌ترین آن‌ها، طراحی هواپیما بدون نقشه‌های کاغذی بود. تمامی اطلاعات فنی هواپیما به‌طور الکترونیکی نمایش، ذخیره و به اشتراک گذاشته می‌شد.

در این‌جا یک سناریوی عمومی وجود دارد. مشتریان بوئینگ می‌خواهند که از موتورهای تولیدکنندگان مختلف مانند جنرال الکتریک[۷۲]، پرَت و ویتنی[۷۳]، و رولز رویس[۷۴] استفاده کنند. طراحان بوئینگ از نرم‌افزار CATIA داسالت[۷۵] به‌عنوان ابزار CAD خود استفاده می‌کنند، در حالی که تأمین‌کنندگان از سیستم مختلف CAD مانند Computer Vision's CADDS و Parametrics' ProEngineer استفاده می‌کنند. هر یک از این سیستم ها فرمت داده‌ی منحصربه فرد خود را دارد، درنتیجه، تعامل‌پذیری، تنها چالش اصلی است. برای یک جفت سیستم CAD دو مترجم، برای سه سیستم، شش مترجم و برای n سیستم CAD، n(n-1) مترجم نیاز است. زیرا صدها سیستم وجود دارند که برای هر یک از آن ها بوئینگ باید داده‌های طراحی ۷۷۷ را مبادله کند، تعداد مترجمان به یک رقم نجومی تبدیل می شود. با ایجاد فرمت‌های داده‌ی عمومی و استاندارد برای تبادل اطلاعات با دیگر سیستم‌ها، تعداد مترجمان به رقم 2n کاهش می‌یابد.

استاندارد اصلی که تبادل داده‌های CAD را تسهیل می‌کند ISO 10303 یا STEP بوده و هست. STEP تبادل داده‌های مدل محصول را بین ماژول‌های مختلف محصول امکان‌پذیر کرده یا به اشتراک‌گذاری آن داده‌ها را از طریق ماژول‌های

69. Mannheim
70. Waterloo
71. Computer Aided Design
72. General Electric
73. Pratt and Whitney
74. Rolls Royce
75. Dassualt's CATIA

مختلف با استفاده از یک پایگاه داده‌ی مشترک ممکن می‌کند. ریسکی که بوئینگ پذیرفت این بود که اولین بخش‌های STEP که به استاندارد بین‌المللی تبدیل شده بود، تا سال ۱۹۹۴ منتشر نشده بود، یعنی پس از طراحی قسمت‌های بیشتری از هواپیما (بسیاری از بخش‌های دیگر هم از آن زمان به بعد منتشر شده‌اند یا درحال تدوین هستند و درنهایت به استاندارد اضافه خواهند شد).

بوئینگ با درگیر شدن در فرایند تدوین و توسعه ی استانداردها، اطمینان حاصل کرد که تبادل داده‌ها و محصول انقلابی آن‌ها موفق خواهد شد. فرمت‌های بی‌طرفانه‌ی تبادل داده ادامه می‌یابند تا نوآوری را از طریق نقش مهمی که در تبدیل کسب‌وکار الکترونیک به یک استاندارد دارند، تحریک کنند.

خلاصه و نتیجه‌گیری

بررسی ما از استانداردها و نوآوری و مطالعه‌ی تاریخچه‌ی چهار مورد منتخب، رابطه‌ی پیچیده و منحصربه‌فرد بین استانداردسازی و نوآوری را تأیید می‌کند. در مطالعه‌ی موردی ایجاد واحد پول، این رابطه دوسویه و متقابلاً سودمند بوده و هنوز هم هست. در مورد صفحه کلید دیدیم که یک استاندارد غیررسمی، نوآوری را محدود کرد. در مورد اتصالات هیدرولیک نیاز به یک استاندارد موجب تحریک نوآوری شد. در مورد بوئینگ ۷۷۷، استاندارد تبادل داده، نوآوری را تحریک کرد و همچنین موجب شکل‌گیری سازوکاری شد که به دستیابی به راه‌کاری که قبلاً غیرقابل دسترس بود و همچنین به اتمام کار کمک کرد.

اگرچه ممکن است استانداردها از طریق مدون کردن فناوری ناکارا یا منسوخ مانع از بروز نوآوری شده و درنتیجه موجب افزایش مقاومت در برابر تغییر شوند، اما به‌طور کلی، آن‌ها به‌طور مستقیم و از طریق مدون کردن تجربه های فناورانه و انباشت شده و ایجاد مبنایی برای ظهور فناوری های جدید، نوآوری را تحریک می‌کنند. استانداردها همچنین نوآوری را به‌طور غیرمستقیم تحریک می‌کنند، زیرا آن‌ها موجب افزایش رقابت‌پذیری جهانی می‌شوند که در نتیجه‌ی آن، نوآوری تحریک می‌شود.

مراجع

1. Von Oech, R.: A Whack on the Side of the Head. Warner Books, New York, 1998.
2. Utterback, J. M.: Mastering the Dynamics of Innovation. HBS Press, New York,1994.
3. Lifchus, I. L.: Standards and Innovation: The Hidden Synergy, ANSI Reporter Nov Dec, 141 (1985(.
4. Judson, L. V.: Weight and Measure Standards of the US: A Brief History. Special Publication 447 ed. National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD, 1976.
5. ASTM C1028-96.: Standard Test Method for Determining the Static Coefficient of Friction of Ceramic Tile and Other Like Surfaces by the Horizontal Dynamometer Pull-MeterMethod . American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 1996.
6. Part 3280.:ManufacturedHome Construction Safety Standards. Housing and Urban Development,Washington, DC, 1995.
7. ISO 10303-1:1994.: Industrial Automation and Integration— Product Data Representation and Exchange— Part 1: Overview and Fundamental Principles. 1994.
8. Anonymous.: ASME Position Paper on Standards and Technical Barriers to Trade, Mechanical Engineering June, 120–121 (1997).
9. Mallett, R. L.: Why Standards Matter, Issues in Science and Technology Winter, 63- 66 (1998–1999(.
10. Zuckerman, A.: Standards Battles Heat Up Between United States and European Union, Quality Progress January, 39–42 (1999).
11. Anonymous.: ANSI Online [Web Page] 1998 Available at http://web.ansi.org/.
12. Rothwell, R., and Wissemann, H.: Technology, Culture and Public Policy, Technovation 4, 91–115 (1986).
13. Anonymous.: Innovation in Industry, The Economist, February 20, 1999, 5–28 (1999).
14. Dunphy, S. M., Herbig, P. R., and Howes, M. E.: The Innovation Funnel, Technological Forecasting and Social Change 53, 279–292 (1996).
15. Mahajan, V., andMuller, E.: Timing,Diffusion and Substitution of Successive Generations of Technological Innovations: The IBM Mainframe Case, Technological Forecasting and Social Change 51, 109–132 (1996).
16. Usher, A. P.: A History of Mechanical Inventions. Dover, New York, 1954.
17. McCartney, S.: ENIAC: The Triumphs and Tragedies of the World's First Computer. Walker, New York, 1999.
18. Temple, R.: The Genius of China: 3,000 Years of Science, Discovery, and Invention. Simon and Schuster, New York, 1986.
19. Collins, J. C., and Porras, J. I.: Built to Last: Successful Habits of Visionary Companies . Harper Business, New York, 1997.
20. McCusker, J.: Money and Exchange in Europe and America, 1600–1775: A Handbook. University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1978.
21. Shaw, W. A.: Select Tracts and Documents Illustrative of English Monetary History 1626–1730. Augustus Kelley Publishers, New York, 1967.
22. De Bono, E.: Serious Creativity. Harper Business, New York, 1992.
23. Noyes, J.: The QWERTY keyboard: A review, International

Journal of Man–Machine Studies 18, 265–281 (1983).
24. Cassingham, R. C.: Dvorak Keyboard: The Ergonomically Designed Keyboard, Now an American Standard. Freelance Communications, New York, 1996.
25. Miller, J. C.: Standards: A Path to Global Markets, Standards Engineering Nov–Dec, 1–8 (1994).
26. Brunnermeier, S., and Martin, S.: Inteoperability Cost Analysis of the U.S. Automotive Supply Chain. RTI Project No. 7007-03 ed. Research Triangle Institute, Research Triangle Park, NC, 1999.
27. Sabbagh, K.: Twenty-First Century Jet: The Boeing 777. Skyscraper Productions, Public Broadcasting Service Video, Alexandria, VA, 1995.
28. Anonymous.: Developers of International Industrial Data Standards [Web Page] 1997 Available at http://www.nist.gov/sc4.