



INTERNATIONAL FOUNDATION OF
THEORIES & DOCTRINES
بنیاد بین‌المللی تئوری‌ها و دکترین‌ها

گزیده ای از کتاب

هنر تحقیق علمی

نویسنده: و.ا.ب. بوریچ

ترجمه: محمدتقی فرامرزی

انتشارات مازیار

مجموعه گزیده کتب

توضیح پشت جلد:

در اثر حاضر که نخستین ویرایش آن در اواخر سده بیستم منتشر شد، مؤلف رشد ادراک شهودی را در شخصیت و پژوهش‌های دانشمندان بررسی می‌کند و تصویری دقیق از چگونگی آغاز و انجام تحقیق علمی در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد.

هدف نویسنده این است که نشان دهد ذهن انسان را چگونه می‌توان به بهترین نحو ممکن برای انجام فرآیندهای کشف علمی به کار گرفت. به همین دلیل، این کتاب بر «عامل انسان» یعنی شخص دانشمند تمرکز می‌کند. نویسنده در این اثر اصل بنیادی و شیوه‌های ذهنی مشترک بین انواع پژوهش را به خواننده معرفی می‌کند.

پروفسور بوربج درباره اکتشاف بزرگ بحث می‌کند و تجربه‌های دانشمندان بسیاری را در اینجا باز می‌گوید. ارزش کتاب «هنر تحقیق علمی» دوری گزیدن آن از هر گونه پیشداوری است. نویسنده با برخورداری از ذهنی آزاد و جهانی، پژوهش علمی را همچون هنری خلاق بررسی می‌کند.

نویسنده تمام مراحل علمی کشف علمی (استدلال، تصادف، شهود و راهبردها) را موشکافانه بررسی می‌کند. نویسنده می‌کوشد پرده اسرارآمیز علم را بالا بزند و فعالیت‌های پژوهشی خود و دانشمندان همکارش را در معرض دید خوانندگان قرار دهد. از دیگر مهارت‌های نویسنده آن است که آنچه را که اکثر آزمایشگران دیر یا زود به طور مبهم می‌یابند، با کلمات و عبارات ساده و روشن بیان می‌کند.

این کتاب دارای ۱۱ فصل است که به ترتیب در تدارک پژوهش، آزمایش، تصادف، فرضیه، قدرت تخیل و باروری، درون‌یابی یا شهود، استدلال، مشاهده، دشواری‌ها، راهبردهای پژوهش و دانشمندان را مورد بررسی قرار می‌دهد.

فصل اول

در تدارک پژوهش

یکی از وظایف هر پژوهنده، دنبال کردن نشریات و مجلات علمی است اما برای اینکه با خواندن آنها نوآوری و اصالت دیدگاه شخص پژوهنده از دست نرود باید با نگرشی انتقادی و تأملی انجام شود. صرف گردآوری و انباشتن اطلاعات به عنوان نوعی سرمایه گذاری مالی، کافی نخواهد بود. دانشمندان، معمولاً پژوهش‌های مربوط به مسایلی را که خود برگزیده باشند بهتر انجام می‌دهند اما به پژوهنده تازه کار توصیه می‌شود که نقطه آغاز کارش را مسأله ای قرار دهد که خیلی دشوار نباشد و خود وی نیز بتواند از مشورت کارشناسان آن رشته برخوردار شود. دانشمندان موفق غالباً افرادی با علایق بسیار گسترده بودند. نوآوری آنها به احتمال قوی از دریای اطلاعات گوناگون شان سرچشمه گرفته است. نوآوری، غالباً از به هم پیوستن اندیشه‌هایی حاصل می‌شود که تا پیش از آن کسی تصویری از چگونگی ارتباط بین آنها نداشته است. گذشته از این، تنوع، نوامیگی دیدگاه را به دنبال می‌آورد، اما مطالعه پیوسته و بدون تنوع در یک رشته باریک، زمینه‌ای برای رخوت و بی‌حوصله‌گی فراهم می‌آورد. به همین دلیل، مطالعه نباید تنها به موضوع در دست پژوهش یا حتی به رشته علمی خود شخص یا صرفاً به عرصه علم محدود شود. لیکن در خارج از علایق مستقیم شخص، برای به حداقل رساندن زمان صرف شده در خواندن، شخص می‌تواند تجش بزرگی از مطالعه را به صورت سطحی انجام دهد و برای عقب نماندن از تحولات بزرگ برچکسده‌ها و بررسی‌ها تکیه کند. پژوهنده تا زمانی که بر گستره علایق خود نیفزوده است دامنه اطلاعاتش ممکن است روز به روز باریک تر و به رشته تخصصی خود او محدود شود.

آنچه در زیر می‌آید مراحل پژوهش در یک مسأله پزشکی یا زیست‌شناختی است: الف) نشریات و مجلات مربوط به مسأله با دیدی انتقادی بررسی می‌شوند. ب) مجموعه کاملی از اطلاعات میدانی یا تحقیقات مشاهده‌ای گردآوری و در صورت لزوم با انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی در مورد نمونه‌های تهیه شده تکمیل می‌شود. ج) اطلاعات گردآوری شده تنظیم و بر هم افزوده می‌شود و مسأله تعریف می‌شود و به صورت پرسش‌های اختصاصی تفکیک می‌شود. د) برای پاسخگویی به این پرسش‌ها حدس‌های هوشمندانه‌ای زده می‌شود و بیشترین تعداد فرضیه‌های ممکن مورد بررسی قرار می‌گیرد. ه) آزمایش‌هایی برای محک زدن محتمل‌ترین فرضیه‌های مرتبط با حساس‌ترین پرسش‌ها در نخستین گام طراحی می‌شود.

علاوه بر این همچنین دانشمندان جوان می‌توانند همانند اغلب دانشمندان تهیه فرست برگه‌ای شامل چکیده‌های کوتاه مقالات مرتبط با کارشان را بسیار مفید می‌دانند. تهیه این چکیده‌ها به تثبیت تأثیر جنبه‌های برجسته یک مقاله در حافظه نیز یاری می‌رساند. پس از مطالعه سریع مقاله و به دست آوردن تصویر از کل آن، بعداً می‌توان به بخش‌های خاصی از آن که معنی کامل شان برای پژوهند روشن شده است مراجعه کرد، از نو خواند و یادداشت برداشت.

نکته دیگری که دانشمند جوان حتماً باید به آن توجه کند شیوه و هنر گزارش و مقاله نویسی علمی است. سطح زبان انگلیسی رایج در مقالات علمی زیاد بالا نیست و تعداد دانشمندانی که از این لحاظ درخور انتقاد نباشند اندک است. انتقاد، تا جایی که به عدم وضوح و دقت بیان مربوط می‌شود به بی‌ظرافتی زبان انگلیسی مربوط نمی‌شود. اهمیت کاربرد زبان فقط به معنی خوب گزارش کردن پژوهش انجام شده نیست؛ بلکه بخشی از جریان تفکر ما به کمک زبان انجام می‌شود.

اولین قدم در پژوهش طرح مسأله است، در آغاز پژوهش، بدون تردید، شخص باید تعیین کند که می‌خواهد درباره چه مسأله‌ای به تحقیق بپردازد. با آنکه این نکته از موضوعات نیازمند مشورت با یک پژوهنده مجرب است، اگر دانشجو پژوهنده عمدتاً مسئول گزینش مسأله خود باشد، احتمال موفق شدنش بیشتر می‌شود.

نکته دیگری که دانشمند جوان حتماً باید به آن توجه کند شیوه و هنر گزارش و مقاله نویسی علمی است. سطح زبان انگلیسی رایج در مقالات علمی بالا نیست و تعداد دانشمندانی که از این لحاظ درخور انتقاد نباشند اندک است. انتقاد، تا جایی که به عدم وضوح و دقت بیان مربوط می‌شود

به بی‌ظرافتی زبان انگلیسی مربوط نمی‌شود. اهمیت کاربرد درست زبان فقط به معنی خوب گزارش کردن پژوهش انجام شده نیست؛ بلکه کاربرد درست زبان فقط به معنی خوب گزارش کردن پژوهش انجام شده نیست؛ بلکه بخشی از جریان تفکر ما به کمک زبانی انجام می‌شود. پس از آنکه مسأله‌ای برگزیده شد گام بعدی عبارت خواهد بود از تعیین حدود و تعداد تحقیقات انجام شده در آن مورد. مراجعه به کتاب‌های درسی یا حتی بهتر از آن مراجعه به یک مقاله جدید در بررسی و معرفی کتاب، غالباً از نقاط مفید برای آغاز کار به شمار می‌روند زیرا گزارش فشرده متعادلی از وضعیت کنونی علم با اشاره به منابع اصلی در آنها به چشم می‌خورد. اما کتاب درسی، فقط مجموعه‌ای از برخی اطلاعات و فرضیه‌های موجود در زمان نگارش آن است و حتی شکاف‌ها و مغایرت‌های بین آنها نیز ممکن است نادیده گرفته شده باشند تا تصویری یکپارچه در ذهن خوانندگان تشکیل شود. به همین دلیل، شخص همواره باید به مقالات دست اول مراجعه کند. در هر مقاله، ارجاعاتی به دیگر مقالات مربوط به موضوع در دست پژوهش وجود دارد، و راه‌های طی شده بدین سان، از کل منابع و مدارک موجود پرده بر می‌دارد. تهیه فهرست برکه از مجلات نیز روشی مفید برای گردآوری کامل منابع مربوط به هر فاصله یک سال و اندکی از زمان حال است و در جایی که چنین منابعی وجود نداشته باشند پژوهش در تک‌تک مجلات مربوط به موضوع ضرورت پیدا می‌کند.

توصیه می‌شود که تمام کتاب‌ها و نشریات مربوط به موضوع پژوهش در همان نخستین مرحله مطالعه شوند زیرا اگر حتی فقط یک مقاله مهم از قلم بیفتد ممکن است بسیاری از تلاش‌های پژوهنده به هدر رود. همچنین، در جزئیات پژوهش و جستجو برای یافتن مقالات جدید در مورد مسأله، یکی از کارهای مفید عبارت است از مطالعه سطحی در مورد یک موضوع گسترده و گوش به زنگ بودن برای یافتن یک اصل یا روش جدید که قابل استفاده در کار باشد.

فصل دوم

آزمایش

شالوده بیشتر آزمایش‌های زیست‌شناختی، آزمایش کنترل شده است که در آن گروه‌هایی از افراد که به طور تصادفی به آزمایش تخصیص یافته‌اند که از تمام جهات به استثنای درمان موضوع تحقیق با هم قابل مقایسه‌اند، و این چیزی است که به دلیل تغییرپذیری ذاتی ماده زیستی در نظر گرفته می‌شود. دو اصل مفید برای آزمایش عبارتند از: آزمایش کل پیش از آزمایش جزء و حذف حساب شده امکان‌های مختلف. در اجرای عملی هر آزمایش، توجه دقیق به جزئیات، یادداشت برداری دقیق و حفظ عینیت در رسیدن به نتایج، اهمیت دارند.

علم زیست‌سنجی با برنامه‌ریزی آزمایش‌ها و تفسیر نتایج آنها سر و کار دارد. یک مفهوم بنیادی در زیست‌سنجی آن است که جمعیتی بی‌نهایت و فرضی وجود دارد که گروه یا داده‌های آزمایشی فقط یک نمونه تصادفی از آن جمعیت هستند. دشواری ناشی از تغییرپذیری ماده زیستی با تخمین تغییرپذیری و اعمال آن به هنگام ارزیابی نتایج، دور زده می‌شود.

یکی از نخستین نکاتی که پژوهنده مبتدی باید درک کند آن است که در هنگام برنامه‌ریزی برای پژوهندش، آمار باید در نظر گرفته شود چون در غیر این صورت نتایج به دست آمده از لحاظ آماری در خور بررسی نخواهند بود. بدین ترتیب، زیست‌سنجی نه فقط با تفسیر نتایج بلکه با برنامه‌ریزی خود آزمایش‌ها نیز سر و کار دارد. امروزه معمولاً چنین فرض می‌شود که زیست‌سنجی علاوه بر روش‌های صرفاً آماری، شامل مسایل گسترده‌تر مؤثر در کاربرد آنها در آزمایش نیز می‌شود، مانند اصول کلی طراحی آزمایش‌ها و مسایل منطقی مربوط به آن.

آزمایش، همچون دیگر اقداماتی که در پژوهش انجام می‌شوند، مصون از خطا نیست. ناتوانی در اثبات یک فرضیه به طریق آزمایش و تجربه، نادرستی آن فرضیه را اثبات نمی‌کند. مرتبط با به‌کارگیری استدلال، فرضیه و مشاهدات می‌باشد.

گاهی خود آزمایش هم می‌تواند گاهی بسیار گمراه‌کننده باشد. رایج‌ترین علت خطا، وجود یک اشتباه در روش کار است. تا زمانی که شخص آزمایشگر از صلاحیت کامل برخوردار نشده و با روش فنی مورد استفاده اش آشنا نباشد نمی‌توان به نتایج آزمایش اطمینان داشت. روش‌های

فنی، حتی در دست کارشناس، باید دائماً با نمونه‌های «مثبت» و «منفی» شناخته شده مقایسه و تأیید شوند. اینکه دیده می‌شود آزمایش‌ها گاهی «به خطا می‌روند»، علاوه بر لغزش‌های فنی، برخی علت‌های ظریف دیگر دارد.

فصل سوم

تصادف

علم نو، غالباً از مشاهده‌ای نامنتظره یا پیشامدی تصادفی در جریان تحقیق سرچشمه می‌گیرد. اهمیت این عامل البته در این میان دشواری‌هایی از جمله دشواری‌های موجود بر سر راه کشف‌هایی را که تصادف در آنها نقش دارد می‌توان در زیر این عنوان‌ها مورد بحث قرار داد: (الف) استثنایی بودن فرصت‌ها. فرصت‌ها، به شکل نخ‌های مهم، غالباً به سادگی به دست نمی‌آیند. این تنها جنبه متأثر از تصادف محض است و حتی در اینجا نیز دانشمند یک نقش صرفاً انفعالی بازی نمی‌کند. پژوهندگان موفق، دانشمندانی هستند که ساعت‌های طولانی از وقت‌شان را پشت میز به تحقیق می‌گذرانند و فعالیت‌هایشان را به روش سنتی محدود نمی‌کنند بلکه روش‌های نو را نیز می‌آزمایند و به همین دلیل، تا بیشترین حد ممکن در معرض برخورد با یک «تصادف» مساعد و میمون قرار می‌گیرند.

(ب) متوجه سر نخ شدن. برای آنکه پژوهنده متوجه وجود سر نخ‌ها شود لازم است از قدرت مشاهده‌ای موشکافانه، مخصوصاً از توانایی گوش به زنگ ماندن در برابر مشاهده پدیده‌های غیرمنتظره در زمان جستجوی پدیده‌های قابل انتظار برخوردار باشد. در مورد توجه به سر نخ‌ها و مشاهده آنها به تفصیل در فصل مربوط به مشاهده بحث شده است، و در اینجا فقط یادآور می‌شویم که این عمدتاً یک فرآیند ذهنی است.

(ج) تفسیر کردن سر نخ. تفسیر کردن سر نخ و درک احتمالی آن دشوارترین مرحله پژوهش است و به وجود «ذهن آماده» نیاز دارد وجود دارد؛ در کشف باید کاملاً درک شود و پژوهشگران نیز باید آگاهانه از آن بهره‌گیری کنند. فرصت بیشتر به سراغ دانشمندان فعال و افرادی می‌آید که می‌کوشند به روش‌هایی ابتکاری دست یابند. تفسیر سر نخ و تشخیص اهمیت احتمالی آن نیازمند علمی بدون اندیشه‌های ایستا، با قدرت تخیل قوی، ذوق علمی، و عادت تعمق در تمام مشاهدات تبیین نشده است.

فصل چهارم

فرضیه

فرضیه، مهم‌ترین ابزار فکری پژوهش است. وظیفه آن نشان دادن آزمایش‌ها و مشاهدات جدید است و به همین دلیل، گاهی حتی اگر خود فرضیه درست نباشد به کشفیات جدید می‌انجامد.

وقتی نتایج نخستین آزمایش یا مجموعه مشاهده‌ها با انتظارات ما مطابقت داشته باشند شخص آزمایشگر معمولاً موظف است پیش از آنکه خیلی زیاد به اندیشه خود اعتماد کند به دنبال مدارک تجربی بیشتری بگردد. فرضیه، حتی وقتی با چند آزمایش تأیید شد، فقط در شرایط خاص حاکم بر جریان آزمایش‌هاست که به عنوان فرضیه‌ای درست پذیرفته می‌شود. گاهی، این کل آن چیزی است که شخص آزمایشگر ادعا می‌کند یا بدان نیاز دارد زیرا در این لحظه راه حلی برای مسئله کنونی یا فرضیه‌ای کارآمد برای تدوین برنامه تحقیقات بیشتر در خصوص مسئله در اختیار دارد. گاهی نیز ارزش فرضیه همچون ارزش قانده‌ای است که خطوط جدید پژوهشی از آن در جهات مختلف ساطع می‌شوند، در بیشترین تعداد موارد خاص ممکن به کار بسته می‌شود اگر فرضیه همواره و در تمام شرایط درست از کار درآید می‌توان آن را تا سطح مقوله «نظریه» یا حتی اگر از ژرفای کافی برخوردار باشد تا سطح «قانون» ارتقا داد. لیکن فرضیه‌ای را که به صورت یک تعمیم یا نتیجه کلی بیان می‌شود همچنان که در فصل

مربوط «استدلال» گفته شده است نمی‌توان مطلقاً اثبات کرد؛ اما در عمل و در صورتی که از یک آزمایش حساس با موفقیت بگذرد، به ویژه اگر با نظریه عام علمی سازگار باشد، پذیرفته می‌شود.

وقتی نتایج نخستین آزمایش یا مشاهده نتوانند از فرضیه پشتیبانی یا آن را تأیید کنند، گاهی واقعیات مخالف به جای آنکه فرضیه را یکسره کنار بگذارند به یک فرضیه روشن‌تر کمکی می‌شوند. این فرایند اصلاح و تغییر ممکن است تا جایی ادامه پیدا کند که فرضیه اصلی به طرز مسخرآمیزی در زیر کوهی از افزایش‌های مورد به مورد ناپدید شود. نقطه‌ای که در این مرحله پیش روی پژوهنده قرار می‌گیرد عمدتاً نوعی قضاوت یا سلیقه شخصی به شمار می‌رود. کل بنای فرضیه در این حالت به اجزای کوچکتر خرد می‌شود و فرضیه‌ای دیگر جای آن را می‌گیرد که ترکیب پذیرفتنی‌تری از تمام واقعیات موجود در حال حاضر به عمل می‌آورد.

ما باید در مقابل شکل‌گیری وسوسه دلبستگی خیلی زیاد فرضیه خوردمان ایستادگی کنیم و بکوشیم با دیدی عینیت‌گراانه درباره آن داوری کنیم و به محض روشن شدن دلایل و مدارک مغایر، آن را کنار بگذاریم یا تغییر دهیم. برای جلوگیری از جانبدارانه شدن مشاهدات و تفسیرها مان در جهت دفاع از فرضیه‌ها، باید هشیار باشیم. از هر فرضی می‌توان استفاده کرد بی‌آنکه به آن اعتقاد داشت. و همچنین احتیاطی که باید در فرضیه رعایت شود شامل (الف) نچسبیدن به اندیشه‌هایی که نادرستی شان اثبات شده است، (ب) انطباق فکری برای اولویت دادن به واقعیات در برابر اندیشه‌ها، (ج) بررسی انتقادی اندیشه‌ها، (د) دوری جستن از تصورات غلط، می‌باشد.

فصل پنجم

قدرت تخیل و نوآوری

تفکر بارآور به دنبال آگاهی یافتی از وجود مسأله‌ای خاص آغاز می‌شود. یک راه حل پیشنهادی به ذهن خطور می‌کند و پذیرفته یا رد می‌شود. ترکیب‌های جدید در تفکرات ما از دل تداعی‌های منطقی یا از خیال پردازی یا شاید هم از پیش‌آمدهای تصادفی پدیدار می‌شوند. ذهن بارآور، ترکیب‌های پرشمار و بسیار گوناگون را می‌آزماید. وقتی مدرک کافی در دست نباشد متفکر علمی به خودداری از داوری و باقی ماندن در شک و تردید خو می‌گیرد. تخیل، ما را فقط ندرتاً به پاسخی درست هدایت می‌کند و بیشترین تعداد اندیشه‌های ما باید کنار گذاشته شوند. پژوهشگران نباید از اشتباه کردن بترسند به شرط آنکه چنین اشتباهاتی را به موقع تصحیح و بر طرف کنند.

پژوهنده بارآور معمولاً کسی است که از جسارت کردن و خارج شدن از مسیرش نمی‌هراسد، اما پیش از اعلام دستاوردهایش یک آزمایش بسیار موشکافانه برای پی بردن به هر خطای احتمالی به عمل می‌آورد.

کنجکاوی پس از سال‌های کودکی تحلیل می‌رود، مگر آنکه به یک سطح آگاهانه انتقال یابد. پژوهشگر، معمولاً شخصی است که کنجکاویش را بر یافتن تبیین‌ها و توضیحاتی برای پدیده‌هایی متمرکز می‌سازد که تا کنون فهمیده نشده‌اند.

بحث غالباً برای تفکر بارآور مفید واقع می‌شود و تشکیل گروه‌های غیر رسمی بحث روزانه در مؤسسات پژوهشی، کاری ارزشمند است.

تلاش بارآور ذهنی، غالباً از بحث و تبادل فکری قدرت می‌گیرد. بحث کردن درباره موضوعی خاص با همکاران یا اشخاص عادی می‌تواند به شکل‌های گوناگون مفید واقع شود.

(الف) طرف بحث ممکن است پیشنهادی سودمند داشته باشد. نه اینکه او همیشه می‌تواند دانشند را با نشان دادن راه مستقیم خروج از بن بست یاری کند، زیرا احتمال اینکه اطلاعات دست اول او به اندازه اطلاعات دانشمندی باشد که در آن زمینه تحقیق می‌کند بسیار اندک است، اما با داشتن یک زمینه متفاوت علمی ممکن است مسأله را از زاویه‌ای دیگر ببیند و راه دسترسی جدیدی پیشنهاد کند. گاهی، حتی یک شخص عادی

می‌تواند پیشنهادهای جالب مطرح کند. مثلاً آغاز استفاده از آگار برای ساخت محیط‌های جامد کشت در باکتریولوژی نتیجه پیشنهادی بود که همسر هس از همکاران کُخ مطرح ساخت.

(ب) هر اندیشه‌نو ممکن است پس از روی هم گذاشتن اطلاعات یا اندیشه‌های دو یا چند نفر پدید آید. هیچ‌یک از دانشمندان به تنهایی ممکن نیست که اطلاعات لازم برای رسیدن به نتیجه‌ای را داشته باشد که از ترکیب اطلاعات همگی آنها می‌توان به دست آورد.

(ج) بحث، ابزاری ارزشمند برای پرده برداشتن از خطاها است. اندیشه‌های مبتنی بر اطلاعات غلط یا استدلال آمیخته با تردید را می‌توان به کمک بحث تصحیح کرد و به همین طریق، دلخوشی‌های بی‌دلیل را نیز می‌توان به موقع متوقف ساخت و نقطه پایان بر آنها گذاشت. پژوهنده تک افتاده‌ای که قادر به گفتگو و بحث با همکارانش درباره کارهای خود نیست، وقت خود را غالباً به علت گام نهادن در راه‌های خطا به هدر خواهد داد.

(د) بحث و تبادل نظر، معمولاً موجب تجدید قوا، به حرکت در آوردن و تشویق پژوهنده می‌شود، به ویژه زمانی که وی با مشکلات دست و پنجه نرم می‌کند و نگران است.

(ه) با ارزش‌ترین نقش بحث به اعتقاد نگارنده، کمک به پژوهنده، در گریز از فلان عادت فکری ریشه داری است که بیهوده بودنش به اثبات رسیده است، یعنی رهایی از تفکر شرطی.

به محض آنکه ما درباره مجموعه‌ای از اطلاعات به تعمق می‌پردازیم ذهن مان معمولاً هر بار یک خط فکری ثابت را دنبال می‌کند و به همین دلیل است که خطوط فکری بی‌فایده معمولاً تکرار می‌شوند. برای رهایی از تفکر از این گونه شرطی شدن، دو راه وجود دارد: موقتاً کنار گذاشتن مسأله و بحث کردن درباره آن با شخصی دیگر و ترجیحاً با شخصی ناآشنا به رشته کار و پژوهش ما.

فصل ششم

درون‌یابی یا شهود

منظور از اصطلاح شهود در این فصل، اندیشه‌ای روشنگرانه است که ناگهان به ذهن‌خطور می‌کند. این اندیشه به هیچ وجه صحیح نیست. بهترین و مساعدترین شرایط برای پدیدار شدن شهودها به شرح زیر است: (الف) ذهن باید به دنبال یک دوره طولانی تلاش برای حل مسأله آماده شده باشد. (ب) علائق متضاد یا نگرانی‌ها از عوامل مضر و مخل شهود هستند. (ج) بیشتر افراد برای دریافت شهود باید از هر گونه گسیختگی در اندیشه و پرت شدن حواس در امان باشند. (د) شهود غالباً زمانی پدیدار می‌شود که پژوهنده در حال تلاش مغزی برای حل مسأله نیست. (ه) تماس‌های روشنگرانه فکری با مغزهای دیگر مانند داخل شدن در بحث، خواندن با دید انتقادی یا نوشتن از جمله محرک‌های مثبت برای پدیدار شهود به شمار می‌روند. (و) شهود، گاهی به طرز ناپذیر و با همان سرعتی پدیدار شده است از ذهن می‌گریزد و ناپدید می‌شود و به همین علت باید به روی کاغذ آورده شود. (ز) تاثیرات و عوامل نامساعد علاوه بر گسیختگی اندیشه، نگرانی و علائق متضاد، شامل خستگی روانی یا جسمی، تلاش پیوسته طولانی برای حل یک مسأله، ناراحتی‌های جزئی و انواع صداهای پرت‌کننده حواس نیز می‌شوند. در جریان تحقیق، افکار و اعمال ما باید غالباً از قضاوت شخصی مبتنی بر ذوق علمی کمک بگیرند و به وسیله آن هدایت شوند.

فصل هفتم

استدلال

برخی اقدام‌های احتیاطی به هنگام استفاده از استدلال در پژوهش،

نخستین اقدام، بررسی شالوده‌های است که استدلال را از آن آغاز می‌کنیم. این کار متضمن رسیدن به روشن‌ترین شناخت ممکن از آن چیزی است که با به کار بردن اصطلاح مورد نظر می‌خواهیم به مخاطب خود بگوییم، به اضافه بررسی مقدمات گزاره‌ای استدلال. برخی از مقدمات ممکن است واقعیات یا قوانینی شناخته شده و رسمیت یافته باشند، اما برخی دیگر ممکن است صرفاً حدس و گمان باشند. غالباً لازم است برخی مفروضات رسمیت نیافته را موقتاً بپذیریم، که در این صورت باید احتیاط به خرج دهیم و از یاد نبریم که اینها از حد حدس و گمان فراتر نمی‌روند. مایکل فاراده در برابر تمایل ذهن «به تکیه زدن بر یک فرض» و از یاد بردن اینکه چنین فرضی هنوز به اثبات نرسیده است در زمانی که به نظر می‌رسد با اطلاعات دیگر سازگاری دارد، هشدار می‌داد. در این مورد که مفروضات تأیید نشده را باید به حداقل ممکن برسانیم و فرضیه‌ای را ترجیح بدهیم که شامل کمترین مفروضات است، یک اتفاق نظر کلی وجود دارد. (این اصل را قاعدهٔ صرفه جویی یا «تیغ آکمی» می‌نامند. مشکلی که همیشه به آن برمی‌خوریم این است که مجبوریم از زمان گذشته به زمان آینده استلال کنیم. علم، برای آنکه ارزشی داشته باشد، باید پیش بینی کند. ما مجبوریم بر اساس اطلاعاتی که در گذشته به کمک آزمایش و مشاهدات به دست آورده ایم استدلال کنیم و بر طبق آن برای آینده برنامه ریزی کنیم.

یکی از عادات مفید که دانشمندان باید در وجود خویش تقویت کنند اعتماد نکردن به اندیشه‌های صرفاً مبتنی بر استدلال است. همچنان که تراتر می‌گوید، این اندیشه‌ها غالباً با ظاهر خلع‌کننده‌های حاکی از صراحت و قطعیت به ذهن می‌رسند. برخی معتقدند که اصولاً چیزی به نام استدلال محض، یعنی جز در مواردی که از نمادهای ریاضی استفاده می‌کنیم، وجود ندارد. عملاً کل استدلال، هر چند اغلب ناخودآگاه، از احساس‌ها، پیشداوری‌ها و تجربه‌های گذشته متأثر می‌شود.

نقش استدلال در پژوهش

در پژوهش، گردآوری واقعیات کفایت نمی‌کند؛ ما با تفسیر آنها و مشاهده اهمیت و پیامدهای آنها غالباً می‌توانیم خیلی جلوتر برویم. والش معتقد است که آنچه درست به اندازه انجام دادن خود کشفیات مهم اهمیت دارد این است که ما با کشفیات خودمان یا حتی با کشفیات دیگران چه می‌کنیم. برای کمک به نگهداشت و بهره‌گیری از اطلاعات، ذهن ما نیازمند مجموعه‌ای از دانش‌های مستدل و منطقی‌سازگار است. غالباً، وقتی به دنبال منشاء یک کشف می‌گردیم، متوجه می‌شویم که کشف مذکور فرایندی به مراتب تدریجی‌تر از آن بوده است که ما تصور کرده بودیم.

در اغلب موارد، نخستین کشف، مانند کانه خامی که از معدن استخراج می‌شود، تا زمانی که پالایش نیافته و کاملاً آماده سازی نشده باشد ارزش چندانی ندارد. این فرایند اخیر، که کمتر چشمگیر و بیشتر منطقی است، معمولاً به دانشمندانی متفاوت و غالباً به گروهی از دانشمندان نیاز دارد. نقش استدلال در پژوهش، آن قدر که در عملی کردن یافته‌های کاشفان زیاد است، در گشایش مرزهای دانش زیاد نیست.

نوعی از استدلال که تاکنون اشاره‌ای به آن نشده، استدلال قیاسی است که نقشی مهم در تفکر علمی بازی می‌کند. قیاس به تشابه بین روابط اشیا گفته می‌شود نه بین خود اشیا. وقتی کسی می‌بیند که رابطه بین A و B به رابطه بین X و Y در یک نقطه شباهت دارد، و می‌داند که A از چندین طریق دیگر با B ارتباط دارد، به او تلقین می‌شود که به دنبال رابطه‌های مشابه بین X و Y بگردد. قیاس از جهت القای سرنخ‌ها یا فرضیه‌ها و کمک به ما در درک پدیده‌ها و وقایعی که نمی‌توانیم ببینیم، بسیار با ارزش است. از قیاس، دائماً در تفکر و زبان علمی استفاده می‌شود اما این نکته را نیز باید در نظر داشت که قیاس غالباً می‌تواند خیلی گمراه‌کننده باشد و البته نمی‌تواند چیزی را اثبات کند.

شاید بجا باشد در اینجا به این نکته نیز اشاره کنیم که فیلسوفان علم می‌کوشند از به کارگیری اصل علت و معلول اجتناب ورزند. بر طبق دیدگاه کنونی، هدف نظریه‌های علمی، توصیف رابطه بین رویدادها بدون تلاش برای تبیین این رابطه به عنوان یک رابطه علت و معلولی است. اندیشهٔ علت، به معنی تلویحی وجود یک ضرورت، به پاره‌ای دشواری‌های فلسفی دامن می‌زند و در فیزیک نظری، این اندیشه را می‌توان با این امتیاز کنار گذاشت که در آن صورت دیگر نیازی به مسلم فرض کردن وجود رابطه بین علت و معلول نیست. بدین ترتیب، در این دیدگاه، علم خود را به توصیف - «چگونه» و نه «چرا» - محدود می‌سازد.

فصل هشتم

مشاهده

مشاهده دقیق و موشکافانه وضعیت‌های بغرنج، بی‌نهایت دشوار است و مشاهده‌گران معمولاً مرتکب اشتباهات بسیاری می‌شوند که خود از آن آگاه نیستند.

شاید نخستین نکته‌ای که باید در مورد مشاهده بدانیم آن باشد که مشاهده‌گران نه فقط چیزهای ظاهراً بدیهی را به دفعات از نظر می‌اندازند بلکه نکته‌های مهم‌تر آن است که آنها غالباً مشاهداتی کاملاً غلط از خودشان ابداع می‌کنند. مشاهدات غلط ممکن است نتیجه خطاهایی حسی باشند که در آنها اطلاعات غلط از حواس به مغز می‌رسد، یا آنکه خطا از مغز سرچشمه می‌گیرند.

مشاهده مؤثر عبارت است از مشاهده چیزی و معنی دادن به آن از طریق مرتبط ساختن با چیزی دیگر که قبلاً مشاهده یا شناخته شده باشد؛ بدین ترتیب، مشاهده مذکور شامل عنصری از ادراک حسی و یک عنصر ذهنی می‌شود.

مشاهده خودانگیزه مؤثره در درجه نخست متضمن دیدن یک شیء یا رویداد است. شیء مشاهده شده فقط در صورتی معنی دار خواهد شد که ذهن مشاهده‌گر، خودآگاهانه یا ناخودآگاهانه، یا آن را به فلان علم یا تجربه به دست آمده در گذشته ارتباط دهد، یا ضمن تأمل درباره آن به نوعی فرضیه دست یابد. در بخش پیشین، توجه خواننده را به این واقعیت جلب کردم که ذهن ما به ویژه در برابر تغییرات یا تفاوت‌ها از خود حساسیت نشان می‌دهد. این خصوصیت در مشاهده علمی مفید واقع است. اما آنچه بیشتر اهمیت دارد و دشوارتر است (در این مورد، عمدتاً یک فرایند ذهنی) مشاهده تشابهات یا همبستگی بین اشیایی است که در ظاهر، به نظر می‌رسد که هیچ ارتباطی به یکدیگر نداشته باشند. مشاهده همه چیز غیر ممکن است، و به همین دلیل، مشاهده‌گر مجبور است بیشترین توجه اش را بر یک رشته برگزیده متمرکز سازد، اما در همان حال باید بکوشد مراقب مشاهده چیزهای دیگر و به ویژه هر چیز عجیب و غیرعادی باشد.

هر چیزی را نمی‌توان از نزدیک مشاهده کرد، به همین دلیل باید بین اشیای تمایز قائل شد و آنچه را که مهم‌تر است برگزید. فلان مشاهده‌گر «آموزش دیده» در ضمن فعالیت در یک شاخه علمی، آگاهانه به دنبال چیزهای خاصی می‌گردد که در جریان آموزش خود با اهمیت دار بودن آنها آشنا شده است، اما در جریان پژوهش، غالباً مجبور است به قدرت تشخیص خود تکیه کند، که آن نیز با بهره‌گیری از اطلاعات علمی، قضاوت و شاید فرضیه‌ای کلی هدایت می‌شود که وی در سر می‌پروراند.

تمرین و آموزش مشاهده از همان اصول تمرین و آموزش در هر فعالیت دیگر پیروی می‌کند. در آغاز، باید کارها را خودآگاهانه و با زحمت زیاد انجام داد اما با تمرین، فعالیت‌ها تدریجاً به شکل خودکار و ناخودآگاه در می‌آیند و عادت‌های نو شکل می‌گیرد و تثبیت می‌شود. مشاهده مؤثر علمی نیز نیازمند زمینه‌ای مناسب است زیرا فقط بر اثر آشنایی با عنصر عادی است که می‌توان به غیر عادی بودن یا تبیین ناپذیر بودن چیزی پی برد.

فصل نهم

دشواری‌های پژوهش

مقاومت روانی در برابر اندیشه‌های نو، تا حدودی از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که اندیشه‌های مذکور مجبورند اندیشه‌های رسمیت یافته را از میدان به در کنند. واقعیات جدید معمولاً پذیرفته نمی‌شوند مگر آنکه بتوان آنها را به مجموعه علوم و اطلاعات جدید پیوند زد؛ اینکه می‌توان

چنین اندیشه‌هایی را بر اساس مدرک و شواهد مستقل اثبات کرد به خودی خود کافی نیست. به همین دلیل کشفیات پیش رس معمولاً نادیده انگاشته و گم می‌شوند. مقاوت غیر منطقی و غریزی در برابر نوآوری، شالوده‌ واقعی شک اندیشی و محافظه کاری افراطی به شمار می‌رود. پیگردکاشفان بزرگ، تا حدودی نتیجه مقاومت روانی در برابر اندیشه‌های نو و تا حدودی نتیجه اختلال ایجاد شده برای اقتدار و منافع تثبیت شده معنوی و مادی بود. گاهی، بی‌سیاستی شخص کاشف بر وخواوت اوضاع افزوده است. به احتمال قوی، مخالفت، بسیاری از کاشفان را در همان لحظه تولد کشته است. تاریخ اندیشی و خودکامگی هنوز از نفس نیفتاده‌اند. از جمله سرچشمه‌های پرشمار و احتمالی خطا می‌توان به مغالطه علت دانستن امر مقدم، به این دلیل منطقی، مقایسه گروه‌های مجزا شده در طول زمان با این فرض اشاره کرد که وقتی بین دو عامل ارتباط برقرار می‌شود این ارتباط الزاماً از نوع ارتباط علت و معلولی و نتیجه‌گیری مشاهدات متکی بر نمونه‌هایی است که نماینده علت اصلی نیستند.

فصل دهم

راهبردهای پژوهش

تاکتیک‌های پژوهش را پژوهنده‌ای که دست‌اندرکار حل مسأله است بهتر از هر کسی دیگر شناسایی و تدوین می‌کند. همین پژوهنده باید در برنامه ریزی راهبردها نیز صاحب رأی باشد، اما در این عرصه، غالباً می‌تواند از یاری یک مدیر پژوهش یا کمیته‌ای فنی و متشکل از دانشمندان آشنا با آن عرصه خاص علمی برخوردار شود. وظیفه اصلی کمیته‌ها عبارت است از برنامه ریزی موضوعات مربوط به سیاست گذاری. پژوهش را می‌توان برنامه ریزی کرد ولی کشف را نه. شاید این نکته به قدری بدیهی باشد که گاهی ارزش یادآوری نداشته باشد که برنامه ریزی در سطوح راهبردی و تاکتیکی، مسئولیتی بر دوش برنامه ریزان می‌گذرد، و فقط زمانی احتمال موفقیتش می‌رود که به افرادی سپرده شود که شناختی واقعی از پژوهش دارند و دانش عمومی شان در زمینه علم خوب است. اغلب پژوهندگان با این نکته موافق‌اند که کمیته‌ای که برنامه‌های پژوهش را در سطح راهبردی تدوین می‌کند در درجه نخست باید از افرادی تشکیل شود که در زمینه مرتبط با مسأله در دست پژوهش، فعالانه حضور دارند. متأسفانه، کمیته‌ها غالباً خیلی مایلند جانب احتیاط را از دست ندهند و فقط از پروژه‌هایی پشتیبانی کنند که با تمام جزئیات برنامه ریزی شده‌اند و از مسیرهای سنتی حرکت می‌کنند. پیشرفت‌های مفید ندرتاً بدون تن دادن به خطر حاصل می‌شوند.

روش انتقالی در پژوهش

تمام پیشرفت‌های علمی بر شالوده‌ای از دانش‌های پیشین استوار گردانیده‌اند. کاشف افرادی هستند که سنگ تاج برای قوسی دیگر در ساختمان به شمار می‌روند. ساختمان تکمیل شده‌ای را در معرض دید جهانیان قرار می‌دهند که عمدتاً توسط دیگران ساخته شده است. اما در اینجا، منظور من اشاره به پس زمینه دانش‌هایی نیست که پژوهنده می‌کوشد آن را تکمیل کند بلکه اشاره به انطباق بخش جدیدی از دانش با مجموعه دیگری از شرایط موجود است.

گاهی، فلان اندیشه محوری که شالوده تحقیقات را تشکیل می‌دهد از طریق به کارگیری یا انتقال یک اصل جدید یا روش فنی کشف شده در رشته‌ای دیگر فراهم می‌گردد. از روش دستیابی به پیشرفت از این طریق در پژوهش با عنوان روش «انتقالی» نام برده خواهد شد. این به احتمال قوی ثمر بخش‌ترین و آسان‌ترین روش در پژوهش و روشی است که بیش از همه روش‌ها در پژوهش کاربردی از آن استفاده می‌شود. لیکن به هیچ وجه نباید از آن نفرت داشته باشیم. دستیابی به پیشرفت‌های علمی به قدری دشوار است که باید از هر ترفندی بدان منظور استفاده شود. برخی از این دستاوردها را می‌توان با عبارت زیننده تر «پیشرفت» مشخص ساخت نه «کشفیات» زیرا هیچ اصل جدید و دانش جدید را بدان طریق

نمی‌توان در دسترس دیگران گذاشت. لیکن ضمن کوشش برای به کارگیری اصل یا روش فنی جدیداً کشف شده در حل مسأله متناوب، معمولاً اندکی دانش جدید نیز حاصل می‌شود.

انتقال، یکی از راه‌های اصلی تکامل یابی علم است. بیشتر کشف‌ها، کاربردهایی در رشته‌های غیر از آنچه خود در آن انجام شده‌اند دارند و وقتی در این رشته‌های جدید به کار بسته شوند غالباً در تسهیل کشفیات بعدی مفید واقع می‌شوند. گاهی، ضد عفونی شده، تا حد بسیار زیادی، تحقق انتقال کارهای پاستور در اثبات این واقعیت بود که فاسد شدن مواد گوناگون بر اثر باکتری‌ها صورت می‌گیرد.

از شکل‌های مهم روش انتقال، بهره‌برداری از یک روش جدید اقتباس شده از یک شاخه دیگر علم است. برخی از محققان، آگاهانه یک روش جدید را برمی‌گزینند و به دنبال مسائلی می‌گردند که ارزش‌های ویژه این روش، راه‌های جدیدی را در آن بر روی ایشان می‌گشاید. مثلاً از کروماتوگرافی جداساز و هموگلوبیناسیو به همین طریق در رشته‌هایی بسیار دور از رشته‌هایی که خود در آنها شناخته شدند استفاده شده است. امکان پیشرفت به کمک روش انتقال، احتمالاً دلیلی بزرگ در اثبات نیاز شخص محقق به آگاه نگه‌داشتن خویش دست کم از تحولات بنیادی در خارج از رشته باریک تخصصی خود به شمار می‌رود. راهبرد کلی پژوهش آن است که با در نظر داشتن هدفی روشن به کار ادامه دهیم ولی همواره مراقب فرصت‌های پیش‌بینی نشده باشیم و آن‌ها را صید کنیم.

فصل یازدهم

دانشمندان

کنجاوی و علم دوستی، مهم‌ترین خصوصیات ذهنی در پژوهش به شمار می‌روند. انگیزه اصلی انگیزه‌های اصلی پژوهش عباتند از ارضای کنجکاوی، ارضای غریزه خلاقیت، علاقه به دانستن اینکه آیا حدس و گمان شخص به تولید علم جدید و علاقه به احساس اهمیت از طریق کسب شهرت انجامیده است یا نه. انگیزه‌های پیش‌پافتاده تر عبارتند از تأمین وسیلهٔ امرار معاش و بلندپروازی برای «پیشرفت در زندگی»، «اثبات کردن» به بعضی افراد که به توانایی‌های شخص باور نداشتند از یک طرف و کوشش برای موجه جلوه دادن اعتمادی که دیگران ممکن است به شما نشان داده شده باشند از طرف دیگر. سپاس از کار انجام شده، همچنان که از رنجشی که گاهگاهی بر سر نکات مورد اختلاف اولویت دار برای انتشار به چشم می‌خورد، انگیزه‌ای مهم به شمار می‌رود. حتی دانشمندان بزرگ، معمولاً در گرفتن تمام افتخار مربوط به کشف‌شان از خود حسادت نشان می‌دهند. علاقه به دیدن نام خود در روزنامه‌ها و نشریات و ستوده شدن در سراسر جهان علم به واسطهٔ دستاوردهای حاصل شده، بدون تردید یکی از مهم‌ترین انگیزه‌ها در پژوهش است. علاوه بر این انگیزه‌ها که از وجوه مشترک تمام انواع پژوهش به شمار می‌روند، علاقه به انجام کاری در جهت صلاح بشریت نیز در پژوهش کاربردی وجود دارد. پاداش اصلی، شور و هیجانی است که پس از هر کشف به دانشمند دست می‌دهد و عموماً به عنوان یکی از بزرگ‌ترین لذت‌هایی شناخته می‌شود که حیاط می‌تواند به نوع بشر ارزانی دارد.

دانشمندان را بر حسب روش تفکرشان به دو گروه بزرگ تقسیم کرد. در یک طرف پژوهندهٔ خلاق واقع شده است که روش کارش عبارت است از کوشش برای یافتن راه حل با بهره‌گیری از قدرت تخیل و شهود و سپس آزمودن فرضیه به کمک آزمایش یا مشاهده؛ و در طرف دیگر، پژوهش‌روشمند واقع شده است که کارش گام به گام به صورت مراحل دقیقاً مستدل شده به پیش می‌رود و اغلب اطلاعات و آمار ضروری را پیش از رسیدن به راه حل گردآوری می‌کند.

کار پژوهش، عموماً ذره ذره پیش می‌رود. دانشمند فقط در «بهترین بخش» کار است که باید تقریباً تمام زمان و نیروی ممکن خود را به پژوهش اختصاص دهد. نومی‌های پیوسته در پژوهش ممکن است به نوعی روان رنجوری خفیف بیانجامد.

برای احتیاط و گرفتار نشدن به چنین وضعی باید کوشید در یک زمان به بیش از یک مسأله پرداخت یا یک اشتغال پاره وقت دیگر برای خود فراهم ساخت. تغییر در محیط روان، معمولاً به محرک روانی نیرومندی تبدیل می‌شود و گاهی هم تغییر موضوع پژوهش چنین محرکی ایجاد می‌کند.

دنبال کردن علم به رضایت خاطری واقعی می‌انجامد زیرا آرمان‌های علم به زندگی شخص معنا می‌بخشد. دانشمند پژوهنده از این جهت که می‌تواند درکار خودش چیزی برای معنا بخشیدن به زندگی و احساس رضایت کردن آن پیدا کند انسانی خوشبخت است. برای آنانی که می‌کوشند با غرق کردن شخصیت خود در چیزی بس بزرگ تر از خویش به آرامش ذهنی دست یابند، علم تواند کششی ویژه داشته باشد در حالی که انسان دارای ذهنی اندک مادی‌گراتر، با آگاهی یافتن از اینکه دستاوردهای پژوهشی اش فناپذیر هستند می‌تواند به این آرامش ذهنی یا رضایت خاطر برسد.





INTERNATIONAL FOUNDATION OF
THEORIES & DOCTRINES
بنیاد بین‌المللی تئوری‌ها و دکترین‌ها



هنر تحقیق علمی

نویسنده: و.ا.ب. بوریج

ترجمه: محمدتقی فرامرزی

انتشارات مازیار

آدرس سایت:

www.theorium.net

آدرس ایمیل:

books@iftad.org