اطّلاع و حافظه، جورج ا. میلر، *بازتاب*، سال ۲، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳٦۰، ص ٤۱–۵۰.

ناگهان در تمرین شکست می‌خورد و آن‌را به‌صورت کلیشه‌ای انجام می‌دهد؟ ثبت امواج مغزی در شکل ۲ علت بروز این پدیده را نشان می‌دهد. نخست علایم عرضه شده واکنش هدایت شونده فعالی را برمی‌انگیزند و بنابراین پاسخ‌ها درست هستند. اما بعداً علایم برانگیختن چنین واکنش‌هایی را رها می‌سازند و کودک نیز تحلیل فعال آن‌ها را قطع می‌کند. ازاین لحظه واکنش‌های انتخابی او ازبین می‌رود و جای خود را به بازتولید کلیشه‌ای دو پاسخ (مثبت، منفی) می‌دهد که هم پیوندی اختلافی خود را با علایم عرضه شده از دست می‌دهند.

این امر باردیگر واقعیات شناخته شده‌ای را به مربی نشان می‌دهد که ضعف دقت فعال در شاگرد، نتیجه‌اش از میان رفتن پاسخ‌های صحیح وجای - گزینی آن‌ها به‌وسیله بازتولید مکانیکی عادتی است که قبلا کسب کرده است.

ما معنای بازتاب‌های هدایت شونده را در زندگی کودک و نقش آن‌ها را در تشکیل پیوندهای موقتی تازه نشان دادیم و دیدیم که این پیوندها در کودک عقب مانده ذهنی که مغز او در وضعیت مرضی می‌باشد چگونه دچار اختلال هستند. این امر به ما اجازه می‌دهد از عواقبی که غیبت بازتاب هدایت شونده ناشی از ناپایداری دقت می‌تواند درپی داشته باشد، مطلع شویم.

چند گویی که نشنودت راز	چند جویی که می نیابی باز
بد مکن خو که طبع گیرد خو	ناز کم کن که آز گردد ناز
از فراز آمدی سبک به نشیب	رنج بینی که به شوی به فراز
بیشتر کن عزیمت چون برق	در زمانه مکن چو رعد آواز
کم تر از شمع نیستی بفروز	گر سرت را جدا کنند به گاز
راست کن لفظ و استوار بگو	سره کن راه و پس دلیر بتاز
خاک صرفی به قعر مرکز دو	نور محضی به اوج گردون تاز
تا نیابی مراد خویش بکوش	تا نسازد زمانه با تو بساز
گر عقابی مگیر عادت جغد	ور پلنگی مگیر خوی گراز
به کم از قدر خود مشو راضی	بین که گنجشک می‌نگیرد باز
بر زمین فراخ ده ناورد	بر هوای بلند کن پرواز
گر تو سنگی بلای سختی کش	ورنه ای سنگ ، بشکن و بگداز
چند باشی به این و آن مشغول	شرم دار و به خویشتن پرداز

از دیوان مسعود سعد سلمان، ۱۳۴۹، تهران، صفحهٔ ۲۹۲، انتشارات پیروز به تصحیح رشید یاسمی.

سال ۲ شماره ۴
زمستان ۱۳۶۰

جورج ا. میلر*

اطلاع و حافظه

ترجمهٔ : محمد باقری

چه کسی تاکنون از محدودیت‌های حافظهٔ خود رنج نبرده است؟ آیا عمل یادآوری ما منحصر به تعداد واحدهای معینی است و آیا اندازهٔ این واحدها ، عامل مهمی است؟ چگونه می‌توان مطلب فراگرفتنی را به طریقی تنظیم کرد که در ارتباط با رفتار پیچیدهٔ نمادی، بازده بیش‌تری داشته باشد . مقالهٔ حاضر به بررسی این‌گونه سئوالات و تعیین تجربی پاسخ آن‌ها می‌پردازد. نویسنده توضیحاتی درمورد واژه‌های نظریهٔ اطلاع Information Theory می‌دهد و گوشزد می‌کند که از کامپیوترهایی که بشر برای کاهش مقدار کار ذهنی خود ساخته است می‌توان مطالبی دربارهٔ فراگیری یاد گرفت.

دکتر **میلر** استاد روان شناسی دانشگاه هاروارد است . وی سال‌ها به امر پژوهش درزمینهٔ مسائل ارتباط و اطلاع پرداخته است که بخش عمدهٔ آن درآزمایشگاه روانی - شنیداری هاروارد صورت گرفته است. مقالهٔ حاضر در شمارهٔ اوت ۱۹۵۶ مجلهٔ ساینتیفیک آمریکن (صفحات ۴۲ تا ۴۶) انتشار یافته است.

★ ★ ★

به یادآوردن بعضی چیزها آسان است. یک شعر کوتاه را آسان‌تر از شعر بلند می‌توان به خاطر سپرد؛ یک داستان جالب را بهتر از داستان کسل کننده می‌توان به خاطر آورد. اما موضوع تنها به لطف و ایجاز ختم نمی‌شود . نحوهٔ همخوانی چیزها با یکدیگر نیز به همان اندازه اهمیت دارد. اگر کار جدیدی با آنچه قبلا آموخته‌ایم ارتباط داشته باشد، آموختهٔ قبلی می‌تواند درخدمت وضعیت جدید درآید. درغیراین‌صورت تسلط یافتن به کار جدید دشوارتر خواهد بود.

مثلا تدریس هندسه به کودکان را درنظر بگیرید. فرض کنید که موضوع محاسبهٔ طول وتر مثلث قائم‌الزاویه بادانستن قاعده و ارتفاع آن، پشت سر گذاشته شده است. اکنون می‌خواهید به مسئلهٔ یافتن **مساحت** مثلث قائم‌الزاویه

* George A. Miller

با دردست داشتن قاعده و وتر بپردازید. فرض می‌شود کـه قرار است یکی از دو روش زیر را بـرای نحوهٔ آموزش حل مسئله به کـودکان انتخاب کنید. در روش «الف» به آنان کمک می‌کنید تـا دریابند کـه مساحت مثلث قائم‌الزاویه نصف مساحت مستطیلی با همان قاعده و ارتفاع است و اینکه در این حالت می‌تـوان ارتفاع نامعلوم مثلث را از روی قاعده و وتر معلوم بااستفاده از قضیهٔ فیثاغورس به دست آورد و بنابراین می‌توان باداشتن ارتفاع و محاسبهٔ مساحت مستطیل و نصف کردن آن، مساحت مثلث را محاسبه کرد. در روش «ب» صرفاً از شاگردان خواسته می‌شود که شش مرحلهٔ زیر را ازبر کنند: (۱) افزودن طول قاعده به طول وتر(۲) تفاضل طول قاعده ازطول وتر(۳) ضرب نتیجهٔ اولی در دومی (٤) تعیین جذر این حـاصلضرب (٥) ضـرب ریشهٔ مثبت در طـول قاعده (٦) تقسیم ایـن حاصل‌ضرب بردو.

شما کدام یکـ از دو روش فوق را انتخاب خواهید کـرد؟ احتمالا هیچ‌کس به‌غیر از روان شناس تجربی توجهی به روش «ب» نخواهد داشت. روش «الف» سازنده و مبتنی‌بر بصیرت است؛ روش «ب» بی‌روح و نازیباست. اما به‌راستی چرا روش «ب» را ناخوشایند می‌یابیم؟ چه چیز نامطلوبی دراین روش کـه بدون ایراد است و همیشه پاسخ درست را می‌دهد، وجود دارد؟ این سؤال را **مـاکس ورتایمر** (Max Wertheime r) روان شناس، در کتاب کوچک و بحث‌انگیـز خود به نام **تفکر سازنده** مطرح ساخته است. یک جواب آشکار این است کـه کودکی که روش «الف» به او آموخته می‌شود، بهتر در می‌یابد که چه‌کاری‌می‌کند. اما تازمانی که نتوانیم منظور خود را از دریافتن کاری که کسی انجام می‌دهد ، یا فایده‌ای که در چنین دریافتنی موجود است مشخص کنیـم، جواب واقعـی سئوال ورتایمر را نداده‌ایم.

بد نیست به‌این نکتهٔ جالب توجه‌کنیم که روش «ب» عبارت است ازدستور- العملی که برای استفاده از کامپیوترهای امروزی به ماشین داده می‌شود. ماشین قادر است عملیات حساب ازقبیل جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و ریشه‌گیـری را انجام دهد. دستورالعمل داده شده به ماشین عبارت است از نوشتن «برنامه»ای مانند مراحل متوالی مذکور در روش «ب» بااین تفاوت که برنامهٔ کامپیوتر بـاید حتی‌المقدور صریح‌تر و مشروح‌تر باشد و مقصد نهایی در آن کمتر آشکار است. مهندسین مـاشین‌های شمارگـر در آرزوی روزی هستند که مـاشین‌های طراحی بتوانند برای خودشان برنامه بسازند؛ یعنی با معلوم بودن آنچه خواست مسئله است، ماشین بتواند مسئله را بـه‌خوبی درک کند و همهٔ عملیـات یا زیر روال (Subroutine) های مناسب را که برای حل آن لازم است، ابداع کند. بدیهی است که چنین موفقیتی بسیار مطلوب خواهد بود . اولا ، درحال حاضر نوشتن دستورالعمل مشروح برای تمام مراحلی کـه کامپیوتر باید انجام دهد نیازمنـد

ساعت‌ها کار طاقت فرساست. ثانیاً، دستورالعمل‌ها پس‌از نوشته شدن بایـد به صورتی در ماشین ذخیره شوند که به سادگی قابل دسترسی باشنـد . در یـک دستگاه بزرگ، تعداد زیر روال‌ها ممکن است به چندین هزار برسد و شاید عملا اقتصادی‌تر این باشد که ماشین به‌جای دارابودن امکان لازم برای ذخیره سازی و مراجعه ، خود بتواند درصورت لـزوم «زیر روال»ها را ایجـاد کند. به عبارت دیگر، در یک کامپیوتر بسیار پیشرفته، ذخیره ساختن قواعدی که زیر روال‌هارا پدید می‌آورند کارآمدتر از ذخیره سازی خود زیر روال‌هاست.

پس به‌نظر می‌رسد که حتی ماشین محاسبه هم نـازیبا بودن روش «ب» را درک می‌کند. هر زیر روال ، عمل مجزایی است کـه باید در جای مناسب خـود ذخیره شود و اقدامی برای پیوند دادن این مرحله‌ها با سایر اطلاعات موجـود در ماشین صورت نمی‌گیرد. بدین ترتیب مشاهده می‌شود که یک مزیت روش«الف» دراین است که استفادهٔ کارآمدتری از ظرفیت انباشتن اطلاعات به عمل می‌آورد. در آموزش هندسه به کودک، روش «الف» روابط مسئلهٔ جدید را با آنچه کودک قبلا آموخته است روشن می‌کند و به این طریق قواعدی به دست می‌دهدکه کودک می‌تواند به‌کمک آن‌ها زیر روال خاص خود را برای محاسبه بنویسد. درحقیقت، علت کارآیی کمتر روش نازیبا این است که کودک را به حفظ کردن اطلاعات جدید بیشتری وامی‌دارد.

ارتباط تنگاتنگ بین حافظه و قدرت استدلال هربار که به خاطر ناتوانی در یادآوری اطلاعات لازم، ازحل مسئله‌ای بازمی‌مانیم، آشکار می‌گردد. ازآن‌جا که ظرفیت یادآوری، میزان هوش ما را محدود می‌سازد؛ باید مطالب را چنان تنظیـم کنیم که از حافظهٔ موجود پربازده‌ترین استفاده را بنماییم. هرگز نمی‌توانیم در آن واحد به همهٔ چیزهایی که می‌دانیم بیندیشیم. وقتی یک استدلال طولانی را دنبال می‌کنیم، به‌دشواری می‌توانیم همهٔ مراحل متوالی را به‌خاطر بسپاریم وبه سادگی ممکن است درمیان انبوه جزئیات ، رشتهٔ مطلب را ازدست بدهیم. سی- صد سال پیش، **رنه دکارت** در رسالهٔ ناتمامی به نام «**دستورهایی برای هدایت ذهن**» چنین نوشت:

«اگر ابتدا طی اعمال ذهنی جداگانه دریافته باشم کـه رابطهٔ بین اندازه‌هـای A و B ، سپس بین اندازه‌های B و C ، بین C و D و سرانجام بین D و E چیست، ایـن امـر موجب نخواهد شد کـه رابطهٔ بیـن A و E را بدانم و آنچه قبلا دریافته‌ام آگاهی دقیقی از این رابطه به من نخواهد داد مگر آنکه همهٔ روابط قبلی را به‌یاد آورم. برای این‌کار باید مرتباً به‌آن‌ها رجوع کنم و ذهنـم را پیوسته به طریقی به‌حرکت وادارم که درحین اندیشیدن ضمنی به هریک از آن نکات به نکتهٔ بعدی بپردازد ، واین کار را تازمانی انجام می‌دهم که بتوانم باچنان سرعتی از مرحلهٔ اول به مرحلهٔ آخر بروم که حافظه‌ام مجبور به حفظ هیچ یک از مراحل روند مزبور نباشد بلکه چنین بنماید که تمامی روند را دریک زمان دریافته‌ام. این شیوه

باعث فراغت حافظه خواهد شد، از کندی تفکر خواهد کاست و ظرفیت ذهنی مارا به‌طور مشهود افزایش خواهد داد».

این ادعای دکارت برای هرکسی که به از برکردن شعر یا متن نطقی پرداخته باشد یا یک اثبات ریاضی را حفظ کرده باشد، آشناست. تمرین یا تکرار،نقش مهمی در تنظیم موارد متعدد جداگانه به صورت یک کل واحد دارد، وبه‌این‌ترتیب بار حافظه سبکتر می‌شود و امکان بیشتری برای اندیشیدن به‌دست می‌آید. به زبان منطق،این فرایند همانند جای‌گزینی نماد واحدی برای یک عبارت طولانی‌تر است که نوشتن آن هنگام هربار استفاده، ناخوشایند است.

برتری عملی این فرایند ادغام ، هنگامی به‌وضوح برایم آشکار شد که برای نخستین بار با یکی‌از ماشین‌های محاسبهٔ رقمی مواجه شدم که چراغ‌های نئون کوچکی برای نشان دادن باز یا بسته بودن هریک از رله‌ها دارند. بیست چراغ دریک ردیف قرارداشت و من نمی‌توانستم بفهمم که کسانی که با آن ماشین‌کار می‌کنند چگونه قادرند نقشی را که شامل این همه عناصر است دریابند و درخاطر نگاه دارند. به‌زودی متوجه شدم که آن‌ها سعی نمی‌کنند هرچراغ را به عنوان یک مورد جداگانه از اطلاعات درنظر بگیرند. درعوض ، نقش چراغ‌ها را به صورت رمز درمی‌آورند. به‌عبارت دیگر آن‌ها چراغ‌ها را در گروه‌های سه تایی متوالی دسته بندی‌کرده بودند وهرنقش سه‌تایی را بایک عدد یا نماد می‌نامیدند. نقشی با سه چراغ خاموش(000)به نام 0 خوانده می‌شد. نقش‌خاموش‌ـ خاموش ـ روشن (001) را ۱ می‌نامیدند و خاموش ـ روشن ـ خاموش (010) عدد ۲ نامیده می‌شد ، الی آخر . با به خاطر سپردن این تبدیل ساده ، مهندسین می‌توانستند به ردیفی طولانی از چراغ‌ها مثل 011000101001111 نگاه کنند و آن‌را به‌صورت سه‌تایی‌های 011,000,101,001,111 خردکنند که بلافاصله به زبان رمز به صورت ۳۰۵۱۷ درمی‌آمد. به‌یادآوردن این پنج رقم بسیار آسان‌تر از یادآوری ردیفی از پانزده چراغ روشن و خاموش بود.

با این شیوهٔ تنظیم، مهندسین توانستند پیچیدگی اولیه را به‌شکلی‌درآورند که درک و یادآوری آن آسان‌تر باشد ، بی‌آنکه تغییر یا حذفی در اطلاعات اولیه رخ دهد. بین این تدبیر ساده وفرایندی‌که دکارت شرح داده است، نوعی همانندی وجود دارد. هرمرحله از یک برهان پیچیده در حکم چراغی در ترتیب دو دویی (Binary) است. تمرین‌موجب می‌شودکه مراحل متعدد در واحدهای بزرگتری که مشابه چراغ‌های سه‌گانه در روش مهندسین مذکور است، تنظیم گردد. تمرین مکرر، استدلال طولانی را به شکل توالی واحدهای بزرگتر و بزرگتری درمی‌آورد که بعداً در ذهن ، با نمادهای ساده‌تری جای‌گزین می‌شوند.

ظاهراً نخستین کسی که آزمونی تجربی برای تعیین میزان درک‌آنی انسان مطرح ساخته ، یک عالم اسکاتلندی در زمینهٔ ماوراءالطبیعه به نام **سرویلیام**

همیلتون بوده است که در قرن ۱۹ می‌زیست. او می‌نویسد: «اگر یک مشت مهره را روی کف اتاق بریزید ، می‌بینید که به‌دشواری می‌توان بیش‌از شش تا حد ـ اکثر هفت تای آن‌ها را به‌طور همزمان و بدون سردرگمی زیرنظرگرفت». معلوم نیست که آیا خود همیلتون عملا مهره‌هایی بر کف اتاق ریخته است یا نه ، زیرا وی اشاره کرده است که این آزمایش را به‌طور تخیلی هم می‌توان انجام داد،ولی دست کم یکی‌از خوانندگان آثارش گفتهٔ وی را عیناً اجراکرده است. درسال۱۸۷۱ **ویلیام استانلی جوونز** اقتصاددان و منطق دان انگلیسی در مقاله‌ای نوشت که هنگامی که دانه‌هایی را به درون جعبه‌ای می‌انداخته، اگر تعدادشان سه یا چهارتا بود هرگز دچار اشتباه نمی‌شده است. با پنج دانه، گاهی اوقات اشتباه می‌کرده، درمورد ده دانه نیمی از دفعات به خطا می‌رفته وهنگامی که تعداد دانه‌ها به‌پانزده می‌رسید، غالباً دچار اشتباه می‌شده است. آزمایش همیلتون بارها با استفاده از ابزار بهتر و دقت بیش‌تری تکرار شده است، اما این روش‌های اصلاح شده نیز صرفاً در جهت تأیید برداشت اولیهٔ وی بوده است. ما می‌توانیم حداکثر تا شش نقطه را بدون شمارش در ذهن ثبت کنیم ولی در بیش‌تر از این تعداد اغلب دچار خطا می‌شویم.

اما تخمین زدن تعداد دانه‌ها یا نقاط یک امر ادراکی است و الزاماً بامفاهیم تفکری مرتبط نیست. هرمرحله در ارائهٔ یک استدلال، امر ویژه‌ای با ساختار خاص خود است و با سایر مراحل تفاوت دارد و با یک مهرهٔ بی‌هویت در آزمایش جعبهٔ جوونز به‌کلی متفاوت است. آزمایش بهتری برای «قوهٔ درک» عبارت است از به یادآوردن نمادهای مختلف در یک ترتیب مفروض . یک انگلیسی دیگر به نام **جوزف جاکوبز** در سال ۱۸۸۷ برای نخستین بار این آزمایش را با ارقام انجام داد. او سلسله‌ای از اعداد را که به طور تصادفی انتخاب شده بود به صدای بلند خواند و از شنوندگان خواست تا پس‌از پایان خواندن وی، سلسله اعداد مزبور را به کمک حافظهٔ خود روی کاغذ بنویسید . حداکثر تعداد ارقامی که یک فرد بالغ معمولی می‌توانست بدون اشتباه تکرارکند هفت یا هشت بود. از آغاز پیدا بود که این اندازه‌گیری حافظهٔ آنی پیوند نزدیکی باهوش کلی دارد. جاکوبز نوشت که مقدار حاصله از این آزمایش بین سنین ۸ تا ۱۹ سالگی افزایش می‌یابد. آزمون جاکوبز بعداً توسط **آلفرد بینه** (Alfred Binet) نیز انجام شد و هنوز نیز در آزمون هوش بینه به‌کارمی‌رود. این آزمون از حیث اصولی ارزشمند است زیرا فراخنای غیرعادی کوتاه شاخص معتبری از ضعف ذهن است ولی فراخنای طولانی الزاماً به معنای هوش زیاد نیست .

فردی که بتواند هشت رقم اعشاری را به‌خاطر بسپارد معمولا قادر خواهد بود حدود هفت حرف الفبا یا شش کلمهٔ یک سیلابی را (که البته به‌طورتصادفی

انتخاب شوند) در ذهن خود نگاه دارد. حال، موضوع جالب این است که بنا بـه **نظریهٔ اطلاع** ، شش کلمه حاوی اطلاع بیش‌تری نسبت بـه هفت حرف یا هشت رقم است. حالت فوق مثل این است که یک کیف پول داشته باشیم که بیش از هفت سکه در آن جا نمی‌گیرد (بدون توجه به کوچک یا بزرگ بودن سکه‌ها) . بدیهی است که برای همراه برداشتن پول بیش‌تر باید کیف را از بزرگ‌ترین سکه‌های موجود پرکنیم. به طریق مشابهی می‌توانیم از مقدار حافظهٔ خود به‌کارآمدترین صورت استفاده کنیم. برای این کار باید نمادهایی با مقدار اطلاع زیاد، مثلا کلمات یا تصاویر را در آن ذخیره کنیم و نـه ارقام را که مشابه سکه‌های کوچک هستند.

نظریهٔ ریاضی‌ارتباط که توسط **نوربرت وینر** و **کلود شانون** پدید آمد، معیار دقیقی برای اندازهٔ اطلاع انتقال یافته، بـه دست می‌دهد. در وضعیت موجود ، اندازهٔ اطلاع برای هرمورد بـه سادگی عبارت است از لگاریتم (در مبنای دو) تعداد انتخاب‌های ممکن. بدین ترتیب ، اطلاع موجود در یک رقم دو دویی ، کـه در آن دو حالت مختلف وجود دارد، برابر است با یك بیت* ($log_2 ۲ = ۱$) . در مورد ارقام ده دهـی مقـدار اطلاع مـوجود در هـر رقـم بـرابـر است بـا $log_2 ۱۰ = ۳/۳۲$ بیت. هریـك از حـروف الفبـای انگلیسی حامـل $log_2 ۲۶ = ۴/۷۰$ بیت اطـلاع است. برای تکرار همین محاسبه درمورد کلمات ، باید حجم واژه نامه‌ای را کـه کلمهٔ مزبور از آن گرفته شده است، درنظر بگیریم. در زبان انگلیسی حدوداً هزار واژهٔ یک سیلابی رایج وجـود دارد بنابراین اندازهٔ اطـلاع در یک کلمهٔ یـک سیلابی که به تصادف انتخاب شود با تقریب کلی حدود ۱۰ بیت است.

کسی که می‌تواند ۹ رقم دو دویی را تکرارکند، معمولا قادر به تکرارپنج کلمه خواهد بود. اندازهٔ اطلاع در ۹ رقم دودویی ۹ بیت و در پنج کلمه ۵۰ بیت است. بدین ترتیب ، معیار وینر- شانون به‌طور کمی نشان می‌دهد کـه با استفاده از واحدهای پراطلاع ، تاچه حد می‌توانیم برکارآیی حافظه بیافزاییم . مهندسیـن کامپیوتری که چراغ‌های رله را به گروه‌های سه تایی دسته بندی می‌کنند و سه‌تایی‌های حاصله را به رمز درمی‌آورند، بااین کار می‌توانند سه برابر طرق دیگر، اطلاع ازبر کنند.

دیدن این وضع جالب است که یک شخص ورزیده بتواند به ۴۰ رقم دو - دویی متوالی، که با آهنگ یک رقم در ثانیه ظاهر می‌شوند ، نگاه کند و سپس بلافاصله این سلسله را بدون اشتباه تکرار کند. این هنرنمایی‌هارا «تردستی - های حافظه» می‌نامند ؛ نامی که بیانگر قردید فیزیولوژیست‌ها در این گونه موارد است. اعتقاد به‌این‌که حقه‌ای در کار است و پای دروغی درمیان است، مانع ازآن

* bit واحد اندازه‌گیری اطلاع .

شده است که فیزیولوژیست‌ها به مطالعهٔ جدی اصولی که در پشت این پدیده‌هـا وجود دارد، بپردازند. عملا برخی از بهترین روش‌هایی که برای تقویت حـافظه داریم ، قوانین طبیعت قلمداد شده‌اند. از آنجا که عموماً حافظهٔ مصنوعی به‌لحاظ زود فراموش شدن مورد انتقاد قرار دارد ، ظاهراً این سئوال شدیداً مطرح است که آیا روش مورد استفاده ، کارآمد است یا نه.

در ایام کودکی آموزگاری داشتم که می‌گفت روش‌های تقویت حافظه تنهـا یک مرحله بهتر از تقلب است و اگر کسی به چنین کلک‌های موذیانه متـوسـل شود، هرگز چیزی را به‌درستی نخواهد فهمید . این حرف او به جای‌این که مارا از این کار بازدارد، وادارمان مـی‌کرد کـه شیوهٔ یادگیری خود را پنهان کنیـم . بی‌شک اگر وجدان او راضی می‌شد، می‌توانست روش‌هایی بسیار کارآمدتـر از آنچه ما به‌کار می‌بریم ، به ما یاد دهد. آمـوزگار دیگری که مـی‌گفت عرض (در دستگاه مختصات) عمودی است زیرا موقع تلفظ آن (در زبـان انگلیسی اردینیت Ordinate دهان حالت عمودی به‌خود می‌گیرد و به دلیل مشابهی طول (در زبان انگلیسی آبسیسا Abscissa)) افقی است ، مرا از سردرگمی بی‌پایانی نجات داد همچنانکه معلمی که طرز به‌یاد آوردن تعداد روزهای هرماه (انگلیسی) را بـا شمردن بند پای انگشت به من یاد داد ، کمک فراوانی به‌من کرد.

روند بحث حاضر ظاهراً به این‌جا منجر شده است که روش «الف» از روش نازیبای «ب» به‌این دلیل بهتر است که روش‌های بهتری درتقویت حافظه را برای نشان دادن مقادیر اطلاع برابر به کار می‌گیرد . شش مرحله‌ای که در روش «ب» بـه‌وضوح اجباری هستند در روش «الف» حـول سه جنبهٔ مسئلهٔ کلی تنظیـم شده‌اند، به‌طوری که هرجنبه را می‌توان با نمادهایی که شاگرد قبلا آموخته‌است، نشان داد. این فـرایند اساساً تفاوتی بـا روش مهندسین بـرای تبدیل سلسلهٔ چراغ‌های دودویی به رمز، ندارد.

می‌توان پذیرفت که همهٔ یادگیری‌های نمادی پیچیده ، به این روال صورت می‌گیرد . موضوع ابتدا به‌صورت اجزایی تنظیم می‌شود که هنگام پیوستن بـه یکدیگر می‌توانند با نمادهای دیگری ـ علایم اختصاری، حروف اول کلمه،تصویر های طرح‌گونه ، اسامی یا هرچیزدیگر ـ جای‌گزین شوند و سرانجام کل بحث به چند نماد تبدیل می‌شود که مـی‌توان همهٔ آن‌ها را یکباره به خاطر سپرد. بـرای آزمودن این فرضیه باید در سطحی فراتر از تجربه ، اندازه‌گیری هوش آنـی را مورد بررسی قرار دهیم.

سئوال این است کـه : آیا مقدار اطلاع مـوجود در هر نمونـه (یعنـی تعـداد انتخاب‌های گوناگون ممکن برای هرنمونه) بر تعداد نمونه‌هایی‌که هنگام فراگیری حجم عظیمی از مطالب می‌توانیم به‌خاطر بسپاریم، تأثیر می‌گذارد؟ مثلا آیا بـه خاطـر سپردن سلسله‌ای تصادفـی از ۱۰۰ کلمهٔ یک سیلابی، دشوارتر از حفظ

کردن ۱۰۰ رقم یا ۱۰۰ حرف الفباست؟ این سئوال پراهمیت است زیرا مبتنی‌بر این است که چگونه می‌توانیم مطالب را برای یادگیری کارآمدتر ، تنظیم کنیم .

در یک مطالعهٔ اکتشافی که من و **س. ل. اسمیت** در آزمایشگاه روان‌شناسی دانشگاه هاروارد ترتیب دادیم، از افراد خواسته شد که سه‌نوع فهرست مختلف از نمونه‌هایی را که به تصادف برگزیده شده بود، ازبر کنند . یک فهرست مشتمل بود بر ۳۲ نمونه (همهٔ حروف الفبای انگلیسی به‌جز Q ، به‌اضافهٔ‌اعداد ۳، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨ و ٩)، فهرست دیگر شامل هشت نمونه و فهرست سوم تنها حاوی ۲ نمونه بود. شخص مورد آزمایش، فهرستی را با آهنگ یک نمونه درهر ثانیه می‌خواند و سپس باید هرمقدار از فهرست را که می‌توانست به ترتیب صحیح به‌یاد بیاورد، می‌نوشت . تعداد نمونه‌های فهرست به ۱۰، ۲۰، ۳۰ یا ۵۰ بالغ می‌شد. اگر شخص نمی‌توانست فهرست را به‌طور کامل بنویسد، دوباره آن فهرست به او داده می‌شد. تعداد دفعات ارائهٔ فهرست تا زمانی که دوباره نویسی برای اولین‌بار به‌طور کامل صورت بگیرد، نشان دهندهٔ میزان سختی کار بود.

ما از مشاهدهٔ این امر چندان تعجب نکردیم که اشخاص مزبور درمورد فهرست‌های انتخاب دودویی ، بهتر از سایر موارد (یعنی با ۸۰ درصد لزوم‌تکرار کمتر) پاسخ می‌دادند. گذشته از هرچیز ، نمونهٔ با شش صفر یا شش یک ، آسان‌تر به‌یاد آورده می‌شود و بنابراین عملا فهرست را کوتاه می‌کند. اما درمورد دونوع فهرست دیگر (هشت نمونه‌ای و ۳۲ نمونه‌ای) کیفیت کار شخص مورد آزمایش عملا قابل تمیز نبود. به‌عبارت دیگر میزان سهولت حفظ کردن فهرستی به همان طول و حاوی اطلاع کمتر، یکسان بود.

نتایج بسیار مشابهی در دانشگاه ویسکانسین توسط **و. ج. بروگدن** و **ا. ر. اشمیت** به‌دست آمده است. آنان به دلایل دیگری به آزمایش پرداختند و اطلاعی از فرضیهٔ مورد پژوهش من و اسمیت نداشتند. آن‌ها موارد لفظی‌پیچیده‌ای با ۱٦ یا ۲٤ نکتهٔ انتخابی به‌کار بردند و تعداد نمونه‌ها را در هرنکتهٔ انتخابی از ۲ تا دوازده تغییر دادند. در این‌جا نیز طول فهرست نکاتی که باید فراگرفته می‌شد ــ و نه تعداد نمونه‌های ارائه شده در هرنکتهٔ انتخابی ــ تعیین کنندهٔ میزان دشواری آزمون بود، با همان استثنایی که ما نیز یافته بودیم ، یعنی‌اینکه یادآوری درحالتی که فقط دو انتخاب مطرح می‌شد، قدری آسان‌تر بود.

پس براساس آزمایش، به‌درستی می‌توانیم بپذیریم‌آنچه حافظهٔ مارا محدود می‌کند تعداد واحدها یا نمادهایی است که باید به‌خاطر بسپریم و نه مقداراطلاع موجود دراین نمادها. بنابراین، تنظیم هوشمندانهٔ مطالب پیش‌از به خاطرسپردن آن‌ها، مفید واقع خواهد شد. فرایند تنظیم ما را قادر می‌سازد که همان مقدار کلی اطلاع را در نمادهای بسیار کم‌تری خلاصه کنیم و بدین ترتیب ، کار حفظ کردن

را آسان‌تر بسازیم.

تاچه میزان باید به ادغام و نماد سازی پرداخت و چگونه می‌توانیم واحدها را مشخص کنیم؟ دراینجا از علم زبان‌شناسی می‌توان کمک گرفت. زبان دارای سلسله مراتبی از واحدهای ساختاری است ــ اصوات، واژه‌ها ، عبارات، جملات، قطعات ــ و از همین جا می‌توان به جستجوی شواهدی برای سلسله مراتب مشابه در واحدهای شناخت برآمد.

بنابه تخمین، جملات انگلیسی دارای ۷۵ درصد، بخش زاید هستند: یعنی اگر حروف الفبای آن با حداکثر بهره به‌کار روند، طول مورد نیاز جملات می‌تواند چهاربار کمتر باشد. درنظر اول این امر قدری معماگونه جلوه می‌کند. اگر منشا عمدهٔ دشواری کار، طول جملات است چرا عمداً طول جملات را ازحد لزوم بیش‌تر می‌کنیم؟ پیچیدگی قضیه در تعریف طول جمله نهفته است. آیا جمله عبارت‌است از ۱۰۰ حرف، یا ۲۵کلمه یا ٦ عبارت یا یک مطلب طولانی؟ این که تعدادحروف موجود در کتاب‌ها ۷۵ درصد بیش‌ازحد لزوم است بدین معنی نیست که ۷۵درصد از مطالب قابل حذف است. آنچه برای تعیین طول روان شناختی هر متن باید شمارش شود، واحدهای بزرگ‌تر موضوعی است، که با مسامحه آن‌هارا مفاهیم می‌نامیم.

یک سلسلهٔ ۲۵ کلمه‌ای را دریک جمله، آسان‌تر از سلسلهٔ ۲۵ کلمه‌ای که به طور تصادفی از واژه نامه اخذ شده باشند، می‌توان به‌خاطر سپرد . جمله را آسان‌تر می‌توان حفظ کرد زیرا کلمات‌آن در واحدهای آشنایی گروه‌بندی‌می‌شوند. ازلحاظ واحدهای روان شناسی، جملهٔ ۲۵ کلمه‌ای کوتاه‌تر از سلسلهٔ ۲۵ کلمهٔ نامرتبط است. معنی این حرف آن است که کلمه، واحد مناسبی برای اندازه‌گیری طول روان شناختی جمله نیست. شاید روش‌های زبان شناختی برای جداسازی واحدهای بزرگ‌تر زبانی، بتواند مبنایی عینی برای پاسخ‌گویی به این مسئله ارائه دهد.

وقتی جمله‌ای را به خاطر می‌سپاریم، همهٔ آشنایی قبلی ما با واژگان و دستور زبان به یاریمان می‌آید. این امر یکی از روشن‌ترین مثال‌های ممکن برای انتقال معلومات قبلی به‌کار جدید است. این انتقال سودمند است زیرا به کاهش طول مؤثر مطلبی که باید حفظ شود ، کمک می‌کند. بافراگرفتن زبان ، در ما عاداتی خودبه‌خودی ایجاد می‌شود که سلسله‌هایی را که تابع قوانین زبان‌هستند به صورت یک واحد درآوریم.

در فرایند ادغام، سه مرحله وجود دارد. هرسه مرحله در قرن هفدهم توسط **جان لاک** دراثر مشهور خود، به‌نام «رساله‌ای دربارهٔ فهم بشر» توصیف شده است. وی می‌نویسد: «مغز این سه کار را انجام می‌دهد: ابتدا تعدادی [ازمفاهیم خاص] را برمی‌گزیند ؛ سپس آن‌هارا به هم مرتبط می‌سازد و به صورت یک

مفهوم درمی‌آورد؛ در مرحلهٔ سوم، آن‌هارا طی یک نام به هم پیوند می‌دهد». لاک می‌گوید که اشخاص این مفاهیم پیچیده را «برای سهولت ارتباط» ایجاد می‌کنند، اما ترکیب مفهوم‌ها گاهی منجر به سردرگمی می‌شود زیرا ترکیب حاصل «ساخت مغز بشر است و به‌وجود واقعی اشیاء برنمی‌گردد». پیدایش نظریهٔ ریاضی ارتباط در قرن بیستم ما را قادر ساخته است دریابیم چگونه این فرایند در خدمت سهولت ارتباط درمی‌آید ونظریهٔ مزبور همراه بااین حقیقت که محدودیت حافظهٔ ما ناشی از طول مطلب و نه نوع آن است، بینش پراهمیتی نسبت به اقتصاد تنظیم شناخت، در ما پدید می‌آورد.

تنظیم و نمادسازی ، فعالیت‌های گسترش یابندهٔ انسان هستند . شاید اگر بتوانیم نحوهٔ انجام مؤثرتر آن‌هارا یاد بگیریم، قادر شویم طبق پیش‌بینی‌دکارت «فراغتی برای حافظه ایجاد کنیم، از کندی تفکر بکاهیم و ظرفیت ذهنی خود را به طور مشهود افزایش دهیم».

آداب سخن گفتن

باید که بسیار نگوید و سخن دیگری به سخن خود قطع نکند، و هرگه حکایتی‌یا روایتی کند، و او برآن واقف باشد، وتوقف خودرا برآن اظهار نکند، تاآن‌کس‌آن سخن به اتمام رساند، و چیزی را که از غیر او پرسند، جواب نگوید. و اگر سئوال از جماعتی کنند که او داخل آن جماعت بود، بر ایشان سبقت ننماید. و اگر کسی به جواب مشغول شود و او بر بهتر جوابی از آن قادر بود، صبر کند تا آن سخن تمام شود، پس جواب خود بگوید، بر وجهی که بر متقدم طعن نکند. و در محاورتی که به حضور او میان دو کس رود، خوض ننماید . واگر از او پوشیده دارند استراق سمع نکند، و تا اورا با خود در آن مشارکت ندهند ، مداخلت نکند. و سخنی که با اوتقریر می‌کنند، تا تمام نشود به جواب مشغول نگردد. و آنچه خواهد گفت، تا در خاطر مقرر نگرداند در نطق نیارد، و سخن مکرر نکند مگر که بدان محتاج شود. و در مرمجلسی سخن مناسب آن مجلس گوید. و در اثنای سخن به دست و چشم و ابرو اشارت نکند مگر که حدیثی اقتضای اشارتی لطیف کند. آنگاه بر وجه پسندیده ادا نماید. و در راست و دروغ با اهل مجلس خلاف و لجاج نورزد و کسی که الحاح با او مفید نبود بر او الحاح نکند. و اگر در مناظره ، طرف خصم را رجحان یابد انصاف بدهد . و سخن باریک با کسی که منم نکند نگوید ، و لطف در محاورت نگاه دارد.

نقل به اختصار از اخلاق ناصری

پروفسور ا. ح. حسرتیان*

فعالیت عالی عصبی در انسان و میمون‌های انسان‌نما**

ترجمهٔ : ه . آوادیس یانس

پاولوف قانون‌مندی‌های فعالیت عالی عصبی را در طی سی سال، منحصراً با پژوهش‌هایی روی سگ‌ها ـ حیوانات سنتی مورد آزمایش او ـ مطالعه کرده است. او در سال‌های پایانی زندگی پرثمر خود ، به‌تدریج به‌بررسی فعالیت عالی عصبی انسان ـ این آرزوی دیرین خود ، روی آورد و با علاقهٔ وافری به بررسی عینی و علمی رفتار میمون‌های انسان‌نما (شمپانزه) پرداخت.

می‌دانیم که این حیوانات در سیر تکاملی دنیای جانداران درموقعیت برتری قرار دارند و با داشتن خصوصیت‌های ویژه مانند وضع ایستادن ، ساخت بدن، کارکرد بسیاری از اندام‌ها و دستگاه‌ها به‌ویژه دستگاه اسکلتی ـ حرکتی و بخش عالی دستگاه اعصاب مرکزی، از سگ و بسیاری حیوانات دیگر به‌انسان نزدیک‌ترند.

پاولوف از دیدگاه آموزش علمی خود اهمیت ویژه‌ای برای پژوهش کارکرد عالی عصبی در میمون‌های آدم نما قایل بود، زیرا برخی از دانشمندان هم‌عصر او مثل **برکز، هوب هاوزر، کوهلر، لشلی** و دیگران، فعالانه مشغول بررسی رفتار میمون‌ها ـ وبه‌ویژه میمون‌های آدم‌نما بودند و نتایج و یافته‌های تجربی را یا با اصول روان شناسی ایده‌الیستی تفسیر می‌کردند ، که این خود درجهت تحکیم مواضع ازهم پاشیدهٔ این نوع روان شناسی بود، و یااینکه هنگام تفسیر این یافته‌ها دست به دامن این یا آن تز نظری غالباً متضاد درمورد پدیده‌های روانی و کارکرد مغز می‌شدند . فعال‌ترین این دانشمندان ، کوهلر و **ورتایمر** بودند که رهبری جریانی ایده‌الیستی در روان شناسی را برعهده داشتند که در آن زمان متداول بود و روان شناسی گشتالت نامیده می‌شد. آنان هنگام پژوهش وتفسیر نتایج حاصل از آزمایش‌هایی که روی میمون‌های آدم‌نما و فعالیت‌های رفتاری

---

* نام پروفسور حسرتیان در منابع انگلیسی Asratian آمده است و این به‌دلیل آن است که در الفبای زبان روسی H وجود ندارد .

** این مقاله بخشی از کتاب **ایوان پتروویچ پاولوف** تحت عنوان «پژوهش‌هایی درزمینهٔ فعالیت عالی عصبی» است.