یکی کردن چابکی [بَصَری] و ارزش ها در تصمیم گیری

علی فرازمند*

تهران، دانشگاه تهران، دانشکده زیست شناسی

چکیده

تصمیم گیری درست و بموقع، بویژه در برهه های حساس و بحرانها و ...، نکته ای حیاتی بویژه در مدیریت رویدادهای غیرمنتظره است. بدون شک تصمیم یک مدیر، سیاستمدار، فرمانده و پزشک سهمی بسزا در وزن و نتیجهٔ پیامدهای یک رویداد خطیر و نامنتظره دارد. در بحران ویروسی که امروزه دنیا درگیر آن است چه بسا انتخاب و اتخاذ تصمیم های به هنگام و درست‌ترِ آنهایی که از موضوع اطلاعات دقیق داشته و یا آنهایی که صرفاً بر پایه شواهد و تجربیات مشابه تصمیم هایی گرفتند شاید پیامدهای تلخ این تجربهٔ سهمگین کمتر می شد، هرچند گرفتن این نوع تصمیمات با فوریت و اضطرار تصمیم گیری برای فرود یک هواپیما در شرایط بحرانی مشابهت تام ندارند. تیتر نوشتهٔ حاضر که انگیزه ای برای ترجمهٔ آن در این دوران فراموش نشدنی شد به معرفی دستاورد پژوهشی می پردازد که در سال ۲۰۰۹ در مجلهٔ وزین PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences) منتشر شده است. نکتهٔ اصلی و جالب توجه این پژوهش، بررسی اهمیت همراه کردن چابکی بَصَری و در نظر گرفتن ارزش هر نوع انتخاب در اتخاذ یک تصمیم است. در این معرفی، نویسنده با آوردن مثالی از یک فیلم (Sully) با بازی هنرپیشه نامدار تام هنکس، که بر پایهٔ ماجرایی واقعی به پرده سینما راه پیدا کرده است موضوع مقاله پژوهشی را خلاصه کرده است.

* مترجم مسئول، پست الکترونیکی: afarazmand@ut.ac.ir

ساعت ۳٫۲۷ بعد ازظهر پانزدهم ژانویهٔ سال ۲۰۰۹ کاپیتان چسلی سالنبرگ[1] با تصمیمی بحرانی مواجه شد. سه دقیقه پس از اوج گیری پرواز شماره ۱۵۴۹ US Airways flight از فرودگاه لاگاردیای نیویورک[2] هواپیمایش در برخورد با گله ای از غازها بلافاصله منجر به از دست دادن کامل فشار هر دو موتور شد. کاپیتان سالنبرگ با گم کردن سریع ارتفاع با دو انتخاب مختل کنندهٔ اعصاب مواجه شد؛ با پذیرش خطر ادامهٔ پرواز بر فراز شهر شلوغ نیوجرسی برای فرود در فرودگاه و یا سعی بر فرود آزاد در آبهای پائین در نهراب رودخانهٔ هادسن. او به چندین منبع اطلاعاتی – خواندن گیرنده ها، مخابرات کنترل ترافیک هوایی و تجربیات شخصی خودش – دسترسی، ولی وقت گرانبهای اندکی، داشت.

اینکه مغز ما چگونه می تواند اینهمه اطلاعات گوناگون را [در لحظه] به انتخابی واحد تبدیل کند کانون مطالعهٔ قابل توجهی در علوم اعصاب است. مقالهٔ توال و همکاران (۱) در همین شماره (PNAS) فرایند پویایی را آشکار می سازند که انسان در حال انتخاب، دو منبع محتمل از اطلاعات یعنی چابکی بَصری وَ ارزش‌گذاری هدف (goal valuation) را با هم تلفیق می کند.

خصوصیات پویایی زمانبندی تصمیم گیری با دسته ای از فرایندهای موسوم به مدل‌های نمونه گیری پیاپی (۲، ۳) به شکل گسترده تعیین شده است. در چنین مدل‌هایی فرایند تصمیم گیری اطلاعات شلوغ و پارازیتی (noisy information) را با نمونه‌گیری مکرر در طی زمان تلفیق می کند و زمانی که اطلاعات جمع شده به یک آستانه می رسد به یک تصمیم [خاص] می انجامد. پیاده سازی های گوناگون در جزئیاتِ ویژه متفاوت اند، برای مثال با استفاده از تک تک انباشتگرهای اختیار– ویژه و یا یک انباشتگر واحدِ نمایندهٔ شبکه شواهد، ولی با هدفی مشترک که دقت و زمانبندی انتخاب ها هر دو پیش گویی شوند.

مدل های نمونه‌گیری پیاپی جذبهٔ سه گانه ای دارند. نخست آنکه این مدل ها، برجسته تر از همه در اهداف تصمیمی ادراکی دو دوئی (binay) و زمانهای کوتاه تصمیم، برآزندگی نیرومندی برای انتخاب تجربی و داده های واکنشی فراهم می کنند؛ دوم اینکه این مدل ها، تحت فرض هایی معین، با تقریب راه حل اختیاری برای تصمیمات با محدودیت های زمانی و دقت، بر پایهٔ نظریهٔ تصمیم آماری یک چارچوب کمّی برای درک فراهم می کند (۳–۲)؛ سوم اینکه مطالعات الکتروفیزیولوژیک، فعالیت عصبی را شناسایی کرده اند که با یکپارچه سازی شواهد در جریانهای وابسته به پیشانی، آهیانه ای و زیرقشری [مغز] مطابقت دارد که نشان می دهد انباشت کران‌دار (bounded) وجه ممیزه فرایندهای عصبی و فیزیولوژیک تصمیم است (۹–۵).

مدل های سنتی نمونه گیری پیاپی، کمیّت حسی ویژه لازم برای یک تصمیم مفروض، مانند اطلاعات شبکهٔ حرکتی یک تحریک پیش برندهٔ انجام یک هدف تمیزدهندهٔ جهت، را یکپارچه می

[1] Chesley Sullenbereger
[2] New York's La Gardia Airport

سازند. امّا انتخاب های دنیای واقعی، مانند تصمیم کاپیتان سالنبرگ در پرواز یاد شده، اغلب شامل چندین جریان اطلاعاتی است، که علاوه بر محرکه های حسی، منابع غیرحسی مانند حافظه را نیز در برمی گیرد. یک اصل مرکزی نظریهٔ تصمیم آن است که تمام اطلاعات مرتبط در یک متغیر تصمیم واحد یکپارچه می شوند (۱۱، ۱۰)، کمیّتی موسوم به ارزش که با اندیشهٔ اقتصادی فایده رابطهٔ نزدیک دارد. بخش بزرگی از کارهای تجربی و نظری، انتخاب‌های ارزش محور را در روان شناسی و اقتصاد - عمدتاً جدا از ادبیات تصمیم گیریهای ادراکی- بررسی کرده است. امّا در آزمایش های چند دههٔ گذشتهٔ فیزیولوژی اعصاب، تعدیل های ارزشی (value modular) جریانهای حسی و حرکتی اساس فرق گذاریهای ادراکی را در مغز شناسایی کرده اند (۱۳ و ۱۲) که امکان وجود چارچوبی واحد برای متحدسازی انتخاب اقتصادی و حسی را برجسته می سازد.

یافته های جدید مبنی بر اینکه پویایی انباشتگر نیز می تواند بر تصمیمات اقتصادی حکمفرما باشد این یکپارچه‌سازی را یک قدم فراتر برده است (۱۴-۱۵). در افراد انسانی در حالِ انتخاب از میان تصاویر خوراکی سرپایی(snack)، یک انباشتگرِ ارزش-پایه (value-based) و انتخاب، الگوهای زمان واکنش را با استواری توضیح می دهد. مهم اینکه فرایند یکپارچه سازی در اینجا نگاه- وابسته است: یعنی انباشتگی به سمت یک اختیار، هنگامی که فرد تصویر را می کاود سریع تر است. پس انتخاب ها فراوردهٔ هر دو نوع اطلاعات ارزشی (برآمده از رتبه بندی های علاقهٔ فرد- ویژه) و الگوی تثبیت بَصَری (معرف توجه آشکار و فوری) هستند. این نتایج پیشنهاد می کنند که کنترل نگاه محور، انباشتگر ارزش-پایهٔ برپادارندهٔ آن را جهت می دهد، ولی در عین حال یک پرسش مهم را بی پاسخ می گذارد: چه چیزی کنترل نگاه را تعیین می کند؟

توال و همکاران (۱) برای توصیف توأم الگوهای تثبیت و انتخاب نگاه- وابسته یک مدل نمونه گیری بی همتای دو مرحله ای پیاپی در تصمیم گیری چند بدیلهٔ انسانی را بازسازی کرده و آزمودند (شکل ۱). مانند مورد کار قبلی، فرایند تصمیم به عنوان یک انباشتگر ارزشی تعدیل یابنده تحت نگاه مدل‌سازی شد. نویسندگان برای مدل دادن به فرایند نگاه از ادبیات گستردهٔ موجود در مورد کنترل پایین به بالای توجه به خصوصیات تحریک، مانند شدت، رنگ و جهت بهره برداری کردند. این کمیت‌ها چابکی تک تکِ انباشتگرهای اختیار- ویژه را پیش می‌رانند، جایی که گذر از آستانه با شروع یک تغییر در تثبیت بصری، اختیار غالب را تعیین می کند. چون معلوم شده که توجه نیز تحت کنترل ارادی بالا به پایین است (۱۷) مدل آنها با افزودن یک درون‌داد ارزشی دیگر به انباشتگرهای تثبیت، امکان در نظرگرفتن اختیارهای ارزشمندتر را محتملتر می سازد. استفاده تنها از خواص ادراکی محرک های بصری و ارزش گذاری های فرد- ویژه، این مدل انباشت موازی الگوی تثبیت های بصری و نیز انتخاب های انتخابگرهای انسانی را با استواری توضیح می دهد.

کار توال و همکاران (۱) انتخاب اقتصادی و ادراکی را در یک چارچوب قدرتمند یکپارچه می سازد و در باب سرشت دقیق ارزش‌گذاری و تصمیم گیری پرسش‌های مهمی را مطرح می سازد. گرچه مدل های نمونه گیری پیاپی، توصیفی ریاضی برای رفتار فراهم می کنند مکانیسم عصبی اصلی آن همچنان ناشناخته می ماند.

مدل‌های مؤثر بیوفیزیکی (۱۸) و اتصال گرایانه[1] (۱۹) بر این فرض اند که انباشتگی اطلاعات می تواند از سرشت بازگشت یابنده جریانهای قشری مغز، احتمالاً با پویایی جلب کننده شبکه ای، ناشی شود. مطابق با جایگاه قشری مغز برای فرایندهای انباشتگر داده های الکتروفیزیولوژیک و تصویربرداری عصبی فرق گذاری ادراکی را با پاسخ های بصری بخش هایی از قشر مغز مانند ناحیهٔ درون آهیانه ای جانبی و قلمروهای چشمی پیشانی و تصمیمات اقتصادی را به نواحی غیر حسی شامل قشرهای حدقه ای پیشانی (orbitofrontal) و پیش پیشانی شکمی میانی (ventromedial preformtal) پیوند می دهد. امّا محاسباتِ عصبی محرک نواحی متفاوتِ انتخاب نمی توانند صرفاً مختص نواحی جداگانهٔ جریان های ویژه باشند. بین این نواحی، اتصالات عملکردی گسترده ای وجود دارند که نشان می دهد هر دو دسته فرایندهای ادراکی و اقتصادی به روشی هماهنگ در میان نواحی چندگانهٔ مغز رخ می دهند (۲۰). بنابراین جایگاه آناتومیایی، زمان بندی نسبی، و جدایی پذیری فرایندهای انباشتگرِ دوگانه و پیاده سازی آنها در جریان عصبی اهداف مهم پژوهش های آینده اند.

سرانجام مطالعاتی از نوع توال (۱) یک بازنگری بالقوه در خود اندیشهٔ ارزش را پیشنهاد می کنند. ارزش اقتصادی بازتابی از ترجیح انتخابگر با تعیین انتخاب های مشاهده شدهٔ توسط وی است که اثر تک تک و همهٔ استنادهای اختیاری مؤثر بر رفتار انتخاب را ترکیب می کند. در این مطالعه ارزش های تعیین شده برای تک تک اختیارات توسط افراد در توضیح کامل انتخاب ناکافی است.

[1] connectionist

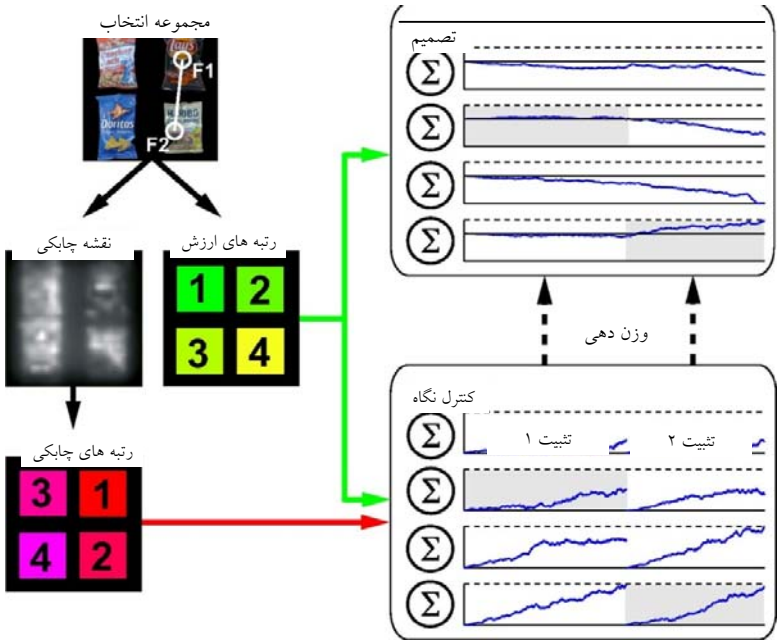
معهذا این یافته که خصوصیات بظاهر نامربوط، مانند چابکی بصری با به اسارت گرفتن توجه، بر تصمیمات اقتصادی اثر می‌گذارد (۱۵ و ۱۴ و ۱) نشان دهنده آن است که فرایند ارزش گذاری زیست شناختی، سازشی و انعطاف پذیر است.

فرایند ارزش گذاری، به جای دستیابی به کمیت های از پیش تعیین شده و به طور خاص وابسته به اختیارها، می‌تواند پویا و وابسته به شرایط بوده، بازتابی از مشخصات ریز، مانند جزئیات نمایش و یا پیکربندی مجموعهٔ انتخاب باشد.

یافتن خصوصیات سرشت پویای ارزش گذاری و تصمیم گیری در فهم نحوهٔ اتخاذ انتخاب بهینه– مانند تصمیم به فرود هواپیما بر سطح آبهای رودخانهٔ هوستون توسط کاپیتان سالنبرگر – امری کلیدی است.

این مقاله ترجمه ای است از:

Integrating salience and valuein decision making.Commentary. PNAS|October 1, 2013|vol. 110|no. 40|15853–15854



شکل ۱ – مدل نمونه گیری پیاپی دوگانه از تصمیم گیری. نمایش بصری مجموعه انتخاب با دو جریان اطلاعاتی پردازش می شود: یکی اطلاعات مربوط به ادراک چابکی ها (قرمز) و دیگری اطلاعات انگیزشی مربوط به اختیار ارزش ها (سبز). در این مدل چابکی ها و ارزش های نسبی به رتبه هایی با قابلیت مهار و مقایسه تبدیل می شوند. انتخاب فرآوردهٔ دو دسته فرایند موازی زنجیروار است که هر کدام شامل انباشتگرهای مجزا برای هر اختیارِ ممکن است. فرایند تثبیت، کمیتی را انبار می کند که به هر دو [پارامتر] چابکی و ارزش بستگی دارد و جایگاه تثبیت بصری بعدی (F_1 به F_2) را تعیین می کند. فرایند تصمیم تنها ارزش را جمع می کند که در رفتاری وزن پیدا می کند که اختیار جاری در حال تثبیت را مطلوب می بیند (بخش خاکستری). خط های آبی نمایندهٔ تحول تثبیتی جمع شده یا شواهد تصمیم در طول زمان را نشان می دهد؛ تثبیت بعدی یا انتخاب هنگامی رخ می دهد که یک آستانهٔ تثبیت شده (خط چین ها) حاصل شده باشد. در این شکل، اطلاعات طرح واره چابکی با استفاده از یک الگوریتم چابکی بصری مبتنی بر گراف محاسبه شده است.

منابع

1. Towal RB, Mormann M, Koch C, (2013) Simultaneous modeling of visual saliency and value computation improves predictions of economic choice. Proc Natl Acad Sci USA **110**: E3858–E3867.
2. Bogacz R, Brown E, Moehlis J, Holmes P, Cohen JD (2006) The physics of optimal decision making: A formal analysis of models of performance in two-alternative forced-choice tasks. Psychol Rev **113**(4):700–765.
3. Ratcliff R, McKoon G (2008) The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks. Neural Comput **20**(4):873–922.
4. Wald A (1947) *Sequential Analysis* (Wiley, New York).
5. Shadlen MN, Newsome WT (2001) Neural basis of a perceptual decision in the parietal cortex (area LIP) of the rhesus monkey. J Neurophysiol **86**(4):1916–1936.
6. Gold JI, Shadlen MN (2000) Representation of a perceptual decision in developing oculomotor commands. Nature **404**(6776):390–394.
7. Roitman JD, Shadlen MN (2002) Response of neurons in the lateral intraparietal area during a combined visual discrimination reaction time task. J Neurosci **22**(21):9475–9489.
8. Churchland AK, Kiani R, Shadlen MN (2008) Decision-making with multiple alternatives. Nat Neurosci **11**(6):693–702.
9. Purcell BA, *et al.* (2010) Neurally constrained modeling of perceptual decision making. Psychol Rev **117**(4):1113–1143.

10. Von Neumann J, Morgenstern O (1944) *Theory of Games and Economic Behavior* (Princeton Univ Press, Princeton).
11. Stephens DW, Krebs JR (1986) *Foraging Theory* (Princeton Univ Press, Princeton).
12. Lee D, Seo H, Jung MW (2012) Neural basis of reinforcement learning and decision making. Annu Rev Neurosci **35**:287–308.
13. Louie K, Glimcher PW (2012) Efficient coding and the neural representation of value. Ann N Y Acad Sci **1251**:13–32.
14. Krajbich I, Armel C, Rangel A (2010) Visual fixations and the computation and comparison of value in simple choice. Nat Neurosci **13**(10):1292–1298.
15. Krajbich I, Rangel A (2011) Multialternative drift-diffusion model predicts the relationship between visual fixations and choice in value-based decisions. Proc Natl Acad Sci USA **108**(33):13852–13857.
16. Itti L, Koch C (2001) Computational modelling of visual attention. Nat Rev Neurosci **2**(3):194–203.
17. Carrasco M (2011) Visual attention: The past 25 years. Vision Res **51**(13):1484–1525.
18. Wang XJ (2002) Probabilistic decision making by slow reverberation in cortical circuits. Neuron **36**(5):955–968.
19. Usher M, McClelland JL (2001) The time course of perceptual choice: The leaky, competing accumulator model. Psychol Rev **108**(3):550–592.
20. Summerfield C, Tsetsos K (2012) Building bridges between perceptual and economic decision-making: Neural and computational mechanisms. Front Neurosci **6**:70.
21. Harel A (2012) A Saliency Implementation in MATLAB. Available at www.klab.caltech.edu /~harel/share/gbvs.php. Accessed September 9, 2013