

آیا تعداد بهینه‌ای برای اعضای یک تیم پژوهشی وجود دارد؟



حمید پزشکی*

متن کامل این مقاله قبلاً در خبرنامه انجمن آمار ایران (شماره ۷۷، زمستان ۱۳۹۱) به چاپ رسیده است. به خاطر اینکه موضوع این مقاله می‌تواند برای دست‌اندرکاران مؤسسات پژوهشی کشور جالب توجه باشد، تلخیص مقاله در اینجا هم می‌آید.

اصول فیزیکی برای مدل‌سازی رفتارهای اجتماعی بهره می‌گیرند. در مدل جدید به جای توجه به کمینه تعداد افراد در یک تیم پژوهشی به «توده بحرانی» یا به عبارت دیگر، بیشترین تعداد یا کران بالای تعداد افراد فعال در تیم توجه می‌شود. نشان داده می‌شود که برای تیم‌های مختلف پژوهشی، توده‌های بحرانی مختلف وجود دارد. کیفیت پژوهش‌های تیم با اضافه شدن پژوهشگران جدید تا کران بالا یا توده بحرانی بهتر می‌شود ولی بعد از آن، کیفیت کارها یا ثابت می‌ماند و یا کم می‌شود. البته این موضوع با اثر رینگلمن (Ringelmann effect) در علوم اجتماعی سازگار است. در ۱۹۱۳ رینگلمن متوجه شد وقتی تعداد افرادی که در مسابقه طناب‌کشی ساحلی شرکت دارند بیشتر و بیشتر می‌شود میزان متوسط تلاش هر فرد کمتر و کمتر می‌شود!

اندازه توده بحرانی یا کران بالای تعداد پژوهشگران تیم مستقیماً وابسته به رشته پژوهشی است. برای مثال رشته‌های ریاضی، شیمی، فیزیک، باستان‌شناسی، زیست‌شناسی، ... کران‌های بالای مختلفی دارند.

از دیدگاه فیزیکی اجتماعی، اگر توان یک پژوهشگر به طور متوسط a باشد و اگر N پژوهشگر در تیم پژوهشی وجود داشته باشد، آنگاه توان تیم پژوهشی برابر با $aN + bN(N-1)/2$ خواهد بود که جمله دوم تعداد ارتباط‌های دوه‌دو را در درون تیم نشان می‌دهد و فرض بر این است که توان هر ارتباط دوه‌دو b است. خبر خوب این است که این مدل ریاضی ساخته شده و خبر بد این است که این مدل ظاهراً با عدد دانبر (Dunbar's Number) سازگار نیست. در سال ۱۹۹۲ دانبر پژوهشی درباره تعداد کارت‌های تریک کریسمس که یک فرد برای دوستانش ارسال می‌کند، انجام داد و متوجه شد هر نفر حداکثر برای ۱۵۰ نفر کارت تریک می‌فرستد. دانبر همچنین دریافت

سال‌هاست که مسئله تعداد افراد مشغول به کار در یک موضوع خاص در دپارتمان‌ها و تیم‌های پژوهشی مورد توجه مؤسسان و مسئولان نهادهای پژوهشی و تیم‌هاست. اگر تعداد افراد در یک تیم پژوهشی خیلی کم باشد، احتمال تبادل افکار و ایده‌های نو با دیگران کم می‌شود و ممکن است تیم به تدریج رو به اضمحلال برود و یا بودجه‌اش را از دست بدهد. تیم‌های بزرگ‌تر غالباً بازده پژوهشی بهتری داشته‌اند و شاید بتوان گفت پژوهش‌های با کیفیت‌تری انجام می‌دهند. اما آیا واقعاً مقدار بهینه‌ای برای تعداد پژوهشگرانی که در یک تیم پژوهشی با هم کار می‌کنند، وجود دارد؟ آیا این مقدار بهینه به رشته علمی بستگی دارد؟ با توجه به رشد فعالیت‌های میان‌رشته‌ای و همچنین تأسیس تیم‌های پژوهشی جدید آیا باید به پارامتر تعداد افراد همکار هم در بحث تخصیص بودجه‌ها و ارزیابی تیم‌ها توجه کرد؟ چگونه؟

در دوران ما تعداد پژوهشگران یک تیم پژوهشی که به آن «توده» (mass) نیز می‌گویند بسیار مورد توجه سیاست‌گذاران و مسئولان تخصیص بودجه در نهادهای پژوهشی است. تصور می‌شود که آستانه‌ای برای تعداد همکاران تیم پژوهشی وجود دارد که کمتر از آن مقدار آستانه‌ای، تیم پژوهشی از کار باز می‌ماند و بیشتر از آن، کیفیت پژوهشی شروع به رشد می‌کند! اما آیا مدرکی برای اثبات این موضوع وجود دارد؟ پیش از ادامه مطلب پاسخ این سؤال را همین جا می‌آوریم: هیچ مدرکی برای وجود چنین آستانه‌ای در دست نیست.

برای یافتن ارتباط بین تعداد افراد یک تیم با کیفیت کارهای آن تیم، یک مدل ریاضی ارائه شده است که در کنار سایر مدل‌ها در رشته نوظهوری به نام فیزیک اجتماعی (sociophysics) مورد بررسی قرار دارد. در این رشته، از

* پژوهشگاه و دانشگاه تهران.

پژوهش به وجود می‌آید، می‌توان نشان داد که یک کران پایین هم برای توده بحرانی وجود دارد که به مفهوم سنتی آستانه نزدیک است. این تعداد را می‌توان حداقل اندازه‌ای تعبیر کرد که یک تیم یا دپارتمان باید به دست آورد تا در درازمدت به سمت کیفیت بالا در پژوهش حرکت کند. کران پایین توده بحرانی به طرز جالبی ساده است: نصف توده بحرانی بالا!

تیم‌هایی که اندازه‌شان کمتر از این باشد، آسیب‌پذیرتر هستند و باید برای جلوگیری از انقراض، کران پایین توده بحرانی را به دست آورند. مثلاً برای رشته ریاضی کاربردی باید به اندازه حداقل $N_c/2 = 7$ پژوهشگر در تیم حضور داشته باشند تا کران پایین توده بحرانی حاصل شود و اگر تیم $N_c = 13$ عضو داشته باشد، باید راضی باشند ولی بالاتر از 13 خیلی اهمیت ندارد که تیم چند عضو دارد. بیشتر بودن تعداد افراد از کران بالایی توده بحرانی، فقط باعث افزایش کمیت تحقیق می‌شود نه کیفیت آن.

به طور خلاصه، تیم بزرگ‌تر، بهتر است ولی فقط تا یک جایی! افراد مناسب را در تیم وارد کنید ولی درست نیست که در این کار افراط کنید.

مراجع

- 1 M. Harisson, *Does high-quality research require "critical mass"?*, The question of R_c D specialization: perspectives and Policy Implication, (D. Pontikakis, D. Kyriakou and R. van Baval (eds)), Kuxembourg: IRC Scientific and Technical Reports for European Commission (2009), 53-54.
- 2 R. Kenna and B. Berche, *The extensive nature of group quality*, Europhysics Letters **90** (2010), 58002.
- 3 R. Kenna, and B. Berche, *The critical mass and the dependency of research quality on group size*, Scientometrics **86** (2010), 527-540.
- 4 Evidence, *The future of the UK university research base*, Report for Universities UK, available at <http://www.universitiesuk.ac.uk/publications/Documents/UUK-futureofResearch-LiteratureReview.pdf>.
- 5 M. Ringelmann, *Recherches sur les moteurs animés: travaux de l'homme*, Annales de l'Institut National Agronomique **2** (1913), 2-39.
- 6 R.I.M. Dunbar, *Neocortex size as a constraint on group size in primates*, Journal of Human Evolution **22** (1992), 469-493.
- 7 R. Kenna and B. Berche, *Statistics of statisticians: Critical mass of statistics and operational research group in the UK*. accepted for publication in International Journal of Modern Physics. (An earlier version is available at <http://arxiv.org/abs/1102.4914>).

در دسته‌های شامپانزه‌ها و گوریل‌ها هم مانند جوامع بشری یک کران بالا برای تعداد افراد حاضر در یک تیم یا اجتماع وجود دارد. اگر این اصل را بپذیریم، مدل ریاضی فوق درباره ارتباط تعداد افراد و کیفیت پژوهش معتبر نیست. یعنی نمی‌توان فرض کرد که با زیادتر شدن تعداد افراد، توان تیم به طور بی‌کران اضافه می‌شود.

بر اساس ایده دانبر، اگر کران بالای توده بحرانی در یک تیم پژوهشی را N_c و متوسط کیفیت کارهای تیم را y بگیریم، آنگاه مدل زیر رابطه بین تعداد افراد و کمیت پژوهش را دقیق‌تر بیان می‌کند:

$$y = \begin{cases} a_1 + b_1 N & N \leq N_c \\ a_2 + b_2 N & N > N_c \end{cases}$$

این رابطه حاکی از آن است که اگر تعداد همکاران، یعنی N ، کمتر یا مساوی با N_c باشد، متوسط کیفیت برابر با $a_1 + b_1 N$ و اگر این تعداد از N_c بیشتر باشد متوسط کیفیت برابر $a_2 + b_2 N$ است.

این رابطه یادآور نظریه میدان میانگین (mean field theory) است، زیرا فقط میانگین وابستگی‌های کمیت پژوهش و تعداد افراد تیم را نشان می‌دهد. آیا راهی برای آزمودن درستی رابطه بالا وجود دارد؟ رالف کنا (Ralph Kenna) و برتراند برشه (Bertrand Berche) داده‌های مربوط به بررسی‌های پنج‌ساله کمیته ارزیابی پژوهش (Research Assessment Exercise, RAE) در انگلستان را به دست آورده مدل را مورد آزمون قرار دادند. داده‌های این ارزیابی مربوط به رشته‌های مختلف علمی است که در سال ۲۰۰۸ توسط کمیته مذکور از ۶۷ دانشگاه و مؤسسه علمی در انگلستان جمع‌آوری شده‌اند. کیفیت تحقیقات این مؤسسات براساس تعداد پژوهش‌هایی که در پنج رده کیفی رده‌بندی شده بودند، مشخص گردید. این تحقیقات با کدهای *۴، *۳، *۲، *۱، و تحقیقات دسته‌بندی نشده، مشخص شدند. کنا و برشه روابط خطی بالا را بین کیفیت پژوهش‌ها و تعداد پژوهشگران برآزش دادند و با ضرایب همبستگی مناسبی، نیکویی برآزش را بررسی و تأیید کردند. نتایج زیر، کران بالای توده بحرانی یا N_c را برای چند رشته پژوهشی به دست می‌دهد.

با در نظر گرفتن این حقیقت که با افزودن تعداد پژوهشگران تیم‌های پژوهشی و یا جابه‌جایی آنها در بین تیم‌های مختلف امکان بالابردن کیفیت

رشته پژوهشی	N_c
ریاضی محض	≤ 4
ریاضی کاربردی	13 ± 2
آمار و تحقیق در عملیات	17 ± 3
زیست‌شناسی	21 ± 4
فیزیک	25 ± 5
آموزش	29 ± 5
شیمی	36 ± 13
علوم پزشکی	41 ± 8
مدیریت/تجارت	48 ± 8