

تیغ اوکام (Occam's razor)

مرتضی بیکی، تابستان ۱۳۹۵

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

تیغ اوکام اصلی برای حل مشکل است که توسط «ویلیام اوکام» فیلسوف و عالم انگلیسی قرن ۱۴ مطرح شد. در میان فرضیات رقیب، باید فرضیه‌ای را انتخاب کرد که کمترین فرض را داشته باشد. این اصل بعنوان یک روش انکشافی به توسعه مدل‌های تئوریک توسط دانشمندان کمک می‌کند. در روش‌شناسی علمی، تیغ اوکام به عنوان یک اصل خدشه‌ناپذیر یا نتیجه علمی در نظر گرفته نمی‌شود. ترجیح سادگی در روش‌های علمی بر پایه معیار قابلیت تغییر بنا می‌شود. برای توضیحات مختلف یک پدیده، آلترناتیوهای متعدد، پیچیده و بعضاً غیر قابل درکی ارائه می‌شود. تئوری‌های ساده‌تر برای پدیده‌های پیچیده‌تر بهتر هستند زیرا قابل آزمایش می‌باشند. پس «از دو تئوری رقیب، آن که توضیح ساده‌تری دارد بهتر است».



اصل اوکام قبل از او نیز توسط متألهین و فلاسفه دیگر مطرح شده بود ولی او آن را بارها بکار برد و لذا به نام «تیغ یا اصل اوکام» (Occam's razor) ثبت گردیده است. اوکام این اصل را برای قضاوت در مورد نتیجه‌گیری‌های متعدد بکار برد و این جمله را به یادگار گذاشته است: «وجود خداوند را نمی‌توان صرفاً از طریق استدلال ثابت کرد» این موجب قطع مناسبات او و پاپ شد. دانشمندان زیادی اصل اوکام را مجدداً کشف کرده و مطرح ساختند. مفیدترین جمله‌ای که در مورد این اصل مورد توجه دانشمندان قرار دارد این است: «وقتی دو تئوری رقیب در برابر شما قرار دارد که پیش‌بینی‌های مشابهی دارند، تئوری ساده‌تر بهتر است».

در علم فیزیک برای تراشیدن مناسب مفاهیم متافیزیکی معمولاً از مفهوم «تیغ» استفاده می‌کنیم. مثال استاندارد آن مقایسه «تئوری

نسبیت انشتین» با «تئوری لورنتس» (Lorentz's theory) است. در تئوری لورنتس وقتی حرکت از فضای اثری مورد توجه قرار دارد، «قرارداد» و «ساعت‌های» حاکم (ruler's contract and clocks) سرعت‌شان را از دست می‌دهند. معادلات انیشتین در زمینه تبدیل فضا-زمان درست همچون معادلات لورنتس در تبدیل فرمانرواها و ساعت‌ها است ولی انشتین و پوانکاره تشخیص دادند که نمی‌توان بر اساس معادلات لورنتس و ماکسول، اثر را تشخیص داد. بنابراین از نظر اصل اوکام باید آن را کنار می‌گذاشتند و گذاشتند.

اصل اوکام همچنین در مواردی بکار می‌رود که بخواهیم در زمینه عدم حتمیت در مکانیک کوانتوم صحبت کنیم. «هایزنبرگ» این اصل عدم حتمیت را از طبیعت کوانتوم نور و اثر اندازه‌گیری آن برداشت کرد. «استیفن هاوکینگ»

در «خلاصه‌ای از تاریخ زمان» می‌نویسد: «می‌توان مجموعه‌ای از قوانین را تصور کرد که بطور کامل حوادث را برای یک موجود ماوراءالطبیعه تعیین می‌کند بطوری که قادر است وضعیت حال کائنات را بدون بر هم زدن آن مشاهده کند. چنین مدل‌هایی از کائنات برای فناپذیرانی چون ما فایده‌ای در بر ندارد. بهتر است تیغ اوکام را بکار گیریم و جنبه‌های تئوری را که نمی‌توانیم مشاهده کنیم تراشیده و دور بریزیم»

البته عدم حتمیت و عدم وجود اثیر را نمی‌توان به تنهایی از اصل اوکام استنباط کرد. لازم است دو تئوری که پیش‌بینی‌های مشابهی دارند از هم تفکیک شوند ولی این باعث نمی‌شود تئوری‌های دیگر را که ممکن است پیش‌بینی متفاوتی داشته باشند کنار نهاد. شواهد تجربی نیز مورد نیاز هستند. اوکام خود نیز موافق تجربه‌گرایی و نه مخالف آن بود.

«ارنست ماخ» طرفدار نسخه خاصی از اصل اوکام بود و آن را «اصل اقتصاد» نامیده و می‌گوید: «دانشمندان باید از ساده‌ترین ابزارها برای رسیدن به نتیجه سود ببرند و هر چه را توسط حس‌های آنها دریافت و درک نمی‌شود، کنار بگذارند» این فلسفه با توجه به نتیجه‌گیری منطقی آن نوعی «پوزیتیویسم» است و بر این باور است که «بین چیزی که وجود دارد ولی قابل مشاهده نیست با چیزی که اساساً وجود ندارد، تفاوتی نیست». ماخ زمانی انشتین را تحت تأثیر قرار داد که گفت فضا و زمان مطلق نیستند ولی همچنان معتقد بود که مولکول‌ها متافیزیک هستند زیرا بقدری کوچکند که نمی‌توان آنها را بطور مستقیم تشخیص داد. این مخالف موفقیت‌های بدست‌آمده در زمینه توصیف واکنش‌های شیمیایی و ترمودینامیک از طریق تئوری مولکولی بود. طعنه‌آمیز اینکه درست همان زمان که اصل اقتصاد را برای کنار نهادن مفهوم اثیری بکار برده می‌شد، انشتین مقاله‌ای در مورد حرکت براونی منتشر کرد که واقعیت مولکول‌ها را تأیید و فضایی علیه پوزیتیویسم ایجاد نمود. نتیجه اخلاقی اینکه اصل اوکام را نباید کورکورانه بکار برد. آن گونه که انشتین در یادداشت‌های اتوبیوگرافی خود می‌نویسد: «این مثال جالبی است که حتی علمای روح بی‌پروا و غریزه ظریف در تفسیر واقعیت‌های مربوط به پیش‌قضاوت‌های فلسفی، به بن‌بست میرسند» اصل تیغ اوکام را اغلب در مقایسه با آنچه خود اوکام آنها را عرضه کرده در قالب‌های قوی‌تری از قبیل جملات زیر عرضه کرده‌اند:

- «اگر دو تئوری داریم که هر دو واقعیت‌های مشاهده‌شده را توضیح می‌دهند، لازم است تا زمانی که شواهد بیشتری بدست نیآورده‌ایم، تئوری ساده‌تر را بپذیرید»
- «گاه ساده‌ترین توضیح برای برخی پدیده‌ها، درست‌تر از توضیحات پیچیده در مورد آنها است»
- «وقتی دو راه حل یکسان برای یک مشکل وجود دارد، ساده‌ترین را انتخاب کنید»
- «توضیحاتی که مستلزم فرض‌های محدودتری هستند، احتمالاً درست‌تر می‌باشند»
- «امورات را ساده بگیر»

توجه شود که اصل اوکام چگونه در این قوالب تقویت شده‌اند بطوری که می‌توان آنها را به شیوه صحیحی «قانون صرفه‌جویی» (*Law of parsimony*) یا «قانون سادگی» (*Rule of simplicity*) نامید. در آغاز مبحث از اصل اوکام برای جداسازی تئوری‌هایی استفاده شد که از آزمایشات انجام‌گرفته نتایج مشابهی ایجاد می‌کردند. اکنون می‌خواهیم بین تئوری‌هایی دست به انتخاب بزنیم که پیش‌بینی‌های متفاوتی دارند. آیا نمی‌توان این پیش‌بینی‌ها را آزمایش کرد؟ بدیهی است که در نهایت می‌توان چنین کرد ولی فرض کنیم در مراحل اولیه کار هستیم و هنوز

آماده نیستیم آزمایشی انجام دهیم. ما هنوز دنبال راهنمایی هستیم تا بتوانیم تئوری خود را توسعه دهیم. این اصل را می‌توان تا زمان ارسطو به عقب برد زیرا وی نوشته بود: «طبیعت در کوتاه‌ترین روش ممکنه عمل می‌کند» ارسطو باز هم پیش رفته و معتقد بود که آزمایش و مشاهده غیرضروری هستند. اصل سادگی بصورت یک قاعده سرانگشتی برای کشف بکار می‌رود ولی برخی افراد آن را به گونه‌ای برداشت می‌کنند که گویی یک قضیه فیزیکی است. که نیست. می‌توان در حوزه فلسفه و فیزیک ذرات کار بیشتری کرد ولی چندان لازم نیست در زمینه شناخت کائنات یا روان‌شناسی کار کنیم زیرا مطالب آن پیچیده‌تر از آن چیزی هستند که انتظار داریم. احتمالاً در این زمینه جمله‌ای از شکسپیر مناسب قاعده او کام باشد: «هوراشیو، چیزی بیشتر از آنچه در فلسفه تو در رویا دیده‌ای در زمین و آسمان وجود ندارد»

سادگی یک امر ذهنی است. کائنات همیشه مثل ما به مسئله سادگی نمی‌نگرد. تئوریسین‌های موفق اغلب از تقارن و زیبایی و سادگی سخن می‌گویند. در سال ۱۹۳۹ «پاول دیراک» نوشت: «محققین در کوشش‌های خود برای توضیح قوانین اساسی طبیعت در قالب ریاضی لازم است در راستای زیبایی ریاضی تلاش کنند. چه بسا مقتضیات سادگی و زیبایی مشابه باشند ولی وقتی اینها با هم تصادم می‌کنند و در برابر هم قرار می‌گیرند، زیبایی اولویت دارد»

قانون صرفه‌جویی و امساک جایگزین مناسبی برای درک، منطق و روش‌های علمی نیست و هیچگاه نمی‌توان برای دفاع از یک نتیجه یا ایجاد نتیجه‌گیری به آن تکیه کرد. ما به عنوان قضاوت‌کننده در مورد قراین می‌دانیم که تنها ثبات منطقی و شواهد تجربی مطلق هستند. دیراک در روش خود موفق بود. او برای الکترون‌ها یک معادله میدانی مبتنی بر نسبیت ساخت و از آن برای پیش‌بینی پوزیترون‌ها استفاده کرد. او استدلال نمی‌کرد که فیزیک بر پایه تنها زیبایی ریاضی بنا شود بلکه معتقد بود اعتبارسنجی تجربی نیز باید وجود داشته باشد.

کلام آخر که منشأ آن ناشناس است ولی گاه به انشتین نسبت می‌دهند این است که: «هر چیزی را باید حتی‌الامکان ساده بسازیم ولی نه ساده‌تر» عمق و پختگی این جمله واقعیتی را نیز پنهان می‌کند زیرا کسی نمی‌داند آیا واقعاً انشتین آن را گفته است یا نه؟! این جمله را می‌توان بطور دقیق در صفحات آخر کتاب «معنی نسبیت» او دید که در آن وی از تئوری میدانی خود می‌نویسد: «به عقیده من تئوری در اینجا ساده‌ترین تئوری میدانی واقعیت‌گرا و منطقی است که بتواند امکان‌پذیر باشد. ولی این به معنی آن نیست که طبیعت نمی‌تواند از تئوری‌های پیچیده‌تر تبعیت کند. تئوری‌های پیچیده‌تر اغلب پیشنهاد می‌شود... به نظر من این سیستم‌های پیچیده و ترکیبات آنها را تنها زمانی می‌توان در نظر گرفت که تنها استدلال‌های فیزیکی و تجربی آنها را ساخته باشند»

بیولوژی

زیست‌شناسان و بعبارت بهتر فلاسفه بیولوژی از اصل اوکام در دو مورد استفاده می‌کنند: «واحد‌های اختلاف انتخاب» و «سیستماتیک». «جرج ویلیامز» در کتاب «سازگاری و انتخاب طبیعی» (۱۹۶۶) می‌نویسد که بهترین روش برای توصیف هم‌گونه‌خواهی (آلتروئیسم) در میان حیوانات بر اساس انتخاب در پایین‌ترین سطح (سطح فردی) است. این مفهوم در برابر انتخاب گروهی یا انتخاب در سطح بالا قرار دارد. هم‌گونه‌خواهی توسط برخی بیولوژیست‌های تکاملی بعنوان رفتاری تعریف می‌شود که برای دیگران (یا گروه) مفید است ولی به هزینه خود فرد انجام می‌شود و خیلی افراد انتخاب فردی را مکانیسم اصلی می‌دانند که می‌توانند هم‌گونه‌خواهی را از نظر رفتارهای

موجودات منفرد که در جهت منافع خود (یا ژن خود و از طریق انتخاب خویشاوندی) رفتار می‌کنند توجیه کند. ویلیامز با افرادی که انتخاب را در سطح گروه و به عنوان یک مکانیسم تکاملی می‌دانستند مخالف بود. اساساً مباحث ویلیامز این است که از میان دو تئوری انتخاب فردی و گروهی، انتخاب فردی صرفه‌جویانه‌تر است. او برای بسط مطالب خود نسخه‌ای از اصل اوکام را مطرح کرد که آن را تحت عنوان «قضیه مورگان» (Morgan's Canon) می‌شناسیم: «در هیچ موردی یک فعالیت حیوانی را نمی‌توان برحسب فرایندهای روان‌شناسی سطح بالا تفسیر کرد. می‌توان آنها را بر حسب فرایندهایی که در مقیاس تکامل و توسعه روان‌شناسی سطح پایین‌تری را می‌گیرند در سطح پایین‌تری قرار داد»

باری آنالیزهای اخیر بیولوژیکی از قبیل «ژن خودخواهی» ریچارد داوکینز بر آن است که قضیه مورگان ساده‌ترین و پایه‌ای‌ترین توصیف‌ها نیستند. مباحث داوکینز در مورد روش‌های اعمال تکامل این است که ژن‌ها خود را در کی‌های بیشتری تکثیر می‌کنند و توسعه آن گونه خاصی را رقم می‌زند به این معنی که انتخاب طبیعی به انتخاب ژن‌های خاصی می‌پردازد و این در واقع اصل اساسی است که بصورت اتوماتیک انتخاب‌های فردی و گروهی را بعنوان حادثترین و فوری‌ترین جنبه‌های تکامل کرده است.

جانورشناسی مثالی در این زمینه دارد. گاو عنبرها وقتی در تهدید گرگ‌ها قرار می‌گیرند، دایره‌ای می‌سازند که نرها در قسمت خارجی و ماده‌ها و جوان‌ها در داخل آن قرار می‌گیرند این مثالی ساده از رفتاری است که توسط نرها اجرا می‌شود که می‌توان آن را هم‌نوع‌خواهی نامید. این رفتار برای آنها در مقیاس فردی امتیازی ندارد ولی برای گروه مفید است و به همین دلیل بروز چنین رفتاری را برخی تأیید تئوری انتخاب گروهی خود می‌دانند.

توضیح بهتر زمانی است که فرض کنیم انتخاب طبیعی در جهت منافع ژن‌ها عمل می‌کند. اگر گاوهای نر خود را کنار بکشند و بچه‌ها را در برابر گرگ‌ها تنها بگذارند، ژن‌های آنها تکثیر نمی‌شود. اگر بجنگند ژن‌هاشان در درون فرزندان آنها باقی می‌ماند. بنابراین، ژن «بایست و نبرد کن» در این بازی می‌برد. این نمونه‌ای از انتخاب خویشاوندی است.

سیستماتیک شاخه‌ای از علم بیولوژی است که در آن سعی می‌شود ارتباط‌های خونی بین موجودات بررسی شود. علم سیستماتیک در طبقه‌بندی موجودات بکار میرود. سه اردوگاه اصلی متخصصین سیستماتیک عبارتند از: «تبارگرایان» (Cladist)، «فنتیسیست‌ها» (Pheneticists) و «تاکسونومیست‌های تکاملی». تبارگرایان معتقدند شجره‌نامه به تنهایی می‌تواند طبقه‌بندی موجودات را کامل کند. فنتیسیست‌ها ادعا می‌کنند که شباهت در قرابت افراد معیار تعیین‌کننده است در حالی که تاکسونومیست‌های تکاملی معتقدند هم شجره‌نامه و هم شباهت افراد در طبقه‌بندی اهمیت دارد.

اصل اوکام در میان تبارگرایان بیشتر مطرح است. آنها از صرفه‌جویی تبارگرایانه استفاده می‌کنند. صرفه‌جویی تبارگرایانه (یا حداکثر صرفه‌جویی) روشی برای استنباط‌های فیلوژنتیکی در تشکیل انواع شجره‌های فیلوژنتیک (بویژه کلاودوگرام‌ها) است. کلاودوگرام ساختار درخت‌مانندی است که برای معرفی لاین‌ها اعقاب بر پایه یک یا چند تغییر تکاملی بکار میرود. صرفه‌جویی تبارگرایانه برای حمایت از فرض‌هایی بکار میرود که احتیاج به کمترین تغییرات تکاملی داشته باشند. در مورد برخی از درخت‌ها، این روش نتایج غلطی ایجاد می‌کند. در این زمینه کتاب‌هایی عرضه شده است.

روش‌های دیگری برای استنباط در مورد ارتباط‌های تکاملی بین موجودات از مسئله صرفه‌جویی در روش سنی‌تری بهره می‌برد. روش‌های مبتنی بر درست‌نمایی برای فیلوژنی، صرفه‌جویی را در آزمون‌های درست‌نمایی بکار می‌برند که فرض‌های آن پارامترهای متفاوتی دارند و فرض صفر در برابر فرض‌های مبتنی بر پارامترهای مختلف آزمون می‌شود. بنابراین فرضیات پیچیده باید داده‌ها را بهتر از فرضیات ساده پیش‌بینی کنند تا محقق فرض‌های ساده را رد نکند. پیشرفت‌های اخیر در زمینه تئوری اطلاعات که پسر عمومی مباحث درست‌نمایی است از اصل اوکام به روش مشابهی استفاده می‌کند.

«فرانسیس کریک» در مورد محدودیت‌های بالقوه اصل اوکام در بیولوژی سخن گفته است. او این آرگومان را پیش می‌کشد که از آنجا که سیستم‌های بیولوژیکی حاصل انتخاب طبیعی هستند، مکانیسم‌های آن ممکن است ضرورتاً با حواس ظاهری ما بهینه باشند. او می‌گوید: «در حالیکه تیغ اوکام یکی از ابزارهای مفید علوم فیزیکی است، کاربرد آن در حوزه بیولوژی خطرناک است. استفاده از سادگی و شکوه بعنوان یک قاعده در تحقیقات بیولوژیکی بی‌احتیاطی محض است»

در حوزه بیوجئوگرافی، صرفه‌جویی برای استنباط مهاجرت‌های قدیمی گونه‌ها یا جمعیت‌ها از طریق مشاهده توزیع جغرافیایی و ارتباط موجودات زنده با هم بکار می‌رود. با فرض دانستن شجره فیلوژنتیکی، استنباط می‌شود که مهاجرت‌های نیاکانی، آنها هستند که احتیاج به حداقل مقدار حرکت را داشته‌اند.

<http://math.ucr.edu/home/baez/physics/General/occam.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Occam's_razor