

رویکرد مدل‌سازی محاسباتی

در برخورد با پدیده اعتیاد

Micro and Macro Approaches to Computational Modeling of Drug Abuse: A Review

۳- پیام پیرای

قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

۶- دکتر حامد اختیاری

آزمایشگاه ارزیابی شناختی، مرکز ملی مطالعات اعتیاد ایران، دانشگاه علوم پزشکی تهران
h_ekhtiari@razi.tums.ac.ir

۲- محمدهدی کرامتی

دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف

۵- دکتر آذرخش مگری

گروه بالینی، مرکز ملی مطالعات اعتیاد ایران، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۱- امیر کوچک دزفولی

قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

۴- کارو لوکاس

قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

چکیده

مدلسازی محاسباتی از رویکردهای کارا در برخورد با مسائل همراه با پیچیدگی زیاد است. بهره‌گیری از این روش در حوزه سوء مصرف مواد، چه در سطح خرد و چه در سطح کلان، می‌تواند فراهم‌کننده ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران این حوزه باشد. در این مقاله پس از معرفی اجمالی مفهوم مدلسازی، رویکردهای مختلف مدلسازی محاسباتی در برخورد با پدیده اعتیاد معرفی می‌شوند. کارکردهای مدلسازی محاسباتی نیز در انتها به طور اجمالی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

Abstract

Regarding a multi-level phenomenon like drug abuse, from neurobiology to socio-economy domain, the science of computational modeling provides policy makers with decision support tools. Such decision support systems, like simulators for evaluation of consequences followed by various interventions, are of the prime importance for optimal and dynamic policy making. In this article we review micro and macro approaches to computational modeling of drug abuse. Also, the models resulted from the coupling of micro and macro levels are reviewed. Applications of computational models in this area are also presented.

در سطح خرد، هدف مدلسازی رفتار یک فرد معتاد است و موضوع مورد مطالعه رفتار فرد معتاد در شرایط مختلف (مدلسازی رفتاری) و چگونگی تأثیر مواد اعتیادآور بر سازوکار مغزی آن فرد (مدلسازی ساختاری) است. در این سطح سه رویکرد عمده وجود دارد که هر کدام به نحوی مکانیزم تصمیم‌گیری فرد معتاد را توصیف می‌کنند. در رویکردهای اقتصادی و رفتاری، هدف کشف روابط حاکم میان شاخص‌های مختلف توصیف فردی است مانند چگونگی رابطه‌ی میان میزان مصرف و قیمت مواد. به علاوه آزمون‌های ارزیابی شناختی که به منظور سنجش عملکرد فرد در محیط‌های مخاطره‌آمیز استفاده می‌شوند نیز در این حوزه قرار می‌گیرند. در رویکرد عصب‌شناسی با استفاده از مدل‌های محاسباتی مغز و چگونگی تأثیر مواد اعتیادآور بر آنها سعی در یکپارچه‌سازی یافته‌های عصب‌شناسی و توسعه‌ی مدل‌های جدید می‌شود. در رویکرد دارویی، که عموماً بر مدل‌های حیوانی اعتیاد استوار هستند، سعی می‌شود که رابطه‌ی میان نرخ خودترقی و دوز دارو در قالب

سیاست‌گذاری و یا سناریوهای مختلف پیش‌گیری را شبیه‌سازی کنند. به عنوان یک نمونه، مدلسازی ریاضی استراتژی‌های مختلف به دولت انگلستان کمک کرد که به نحو کارایی با بیماری‌های مختلف مقابله کند (بپاشو و همکاران ۲۰۰۷). توانایی‌های این روش موجب شده که این رویکرد در برخورد با پدیده اعتیاد نیز به کار گرفته شود و پروژه‌های مختلفی تاکنون در سراسر دنیا در این زمینه انجام شده و یا در حال انجام است. با توجه به جنبه‌های فردی و اجتماعی این پدیده، می‌توان مدلسازی در این حوزه را به بخش‌های کلان، خرد-کلان و خرد تقسیم‌بندی کرد. در این مقاله، پس از معرفی هر بخش به چگونگی استفاده از مدلسازی محاسباتی در آن بخش می‌پردازیم. در انتها نیز کارکردهای کلی این رویکرد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سطوح مدلسازی پدیده اعتیاد

از دیدگاه مدلسازی می‌توان مطالعه‌ی پدیده‌ی اعتیاد را به سه سطح تقسیم‌بندی کرد (شکل ۱).

رویکرد علمی در بررسی یک پدیده عموماً شامل تحلیل آن پدیده و شناخت چگونگی رفتار آن در شرایط مختلف است. در این راستا هنگامی که پدیده‌ی مورد نظر به صورت خام قابل بررسی نباشد از روش مدلسازی استفاده می‌شود. در این روش برخی ویژگی‌های پدیده‌ی مورد بحث برجسته شده، از برخی دیگر صرف نظر میشود و ویژگی‌های برجسته شده در قالب یک زبان مشخص بیان می‌شوند. زبان مدلسازی با توجه به پدیده‌ی مورد توصیف و میزان پیچیدگی آن می‌تواند کمی و یا کیفی باشد. در توصیف پدیده‌های پیچیده عموماً از گونه‌ای از مدلسازی به نام مدلسازی محاسباتی (Computational modelling) استفاده می‌شود. در این رویکرد از ریاضیات برای توصیف پدیده مورد بحث بهره می‌گیریم و دهه‌ها است که در زمینه‌های مختلف علمی مانند زیست‌شناسی، اپیدمی‌شناسی، مطالعات جمعیت و اقتصاد مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در اپیدمی‌شناسی، مدلسازی به دانشمندان این امکان را می‌دهد که نتایج حاصل از یک

محاسباتی از این واقعیت نشات می‌گیرد که مصرف مواد در طی زمان در بین جمعیت‌های مختلف تغییر می‌کند و به همین نسبت اعمال سیاست‌های گوناگون باید با این تغییرات متناسب باشد که این در واقع همان نیاز به پویایی در حوزه سیاست‌گذاری مواد است. به عنوان مثال متوقف کردن منابع تامین مواد می‌تواند در مراحل اولیه یک اپیدمی کارا باشد، این در حالی است که در مراحل بعدی و پایانی اپیدمی گرایش به سمت درمان کارا تر است. مدل‌سازی محاسباتی این امکان را فراهم می‌کند که روند تغییر اپیدمی در طول زمان پیش‌بینی شده و نتایج هر سیاست شبیه‌سازی شود.

منابع

- Agar, M. (2004), 'Agents in living color: Towards emic agent-based models', Journal of Artificial Societies and Social Simulation 8. *<http://ideas.repec.org/a/jas/jassj/2004-32-2.html>
- Ahmed, S. H. and Koob, G. F. (2005), 'Transition to drug addiction: a negative reinforcement model based on an allostatic decrease in reward function', *Psychopharmacology* 180, 473-90. PMID: 15731896.
- Becker, G. S. and Murphy, K. M. (1988), 'A theory of rational addiction', *The Journal of Political Economy* 96, 675-700. *<http://www.jstor.org/stable/1830469>
- Bernheim, B. D. and Rangel, A. (2004), 'Addiction and cue-triggered decision processes', *The American Economic Review* 94, 1558-1590. *<http://www.jstor.org/stable/3592834>
- Bobashev, G., Costenbader, E. and Gutkin, B. (2007), 'Comprehensive mathematical modeling in drug addiction sciences', *Drug and alcohol dependence* 102, 89-96. PMID: 17549822.
- Caulkins, J. P., Behrens, D. A., Knoll, C., Tragler, G. and Zuba, D. (2004), 'Markov chain modeling of initiation and demand: the case of the u.s. cocaine epidemic', *Health care management science* 7, 319-29. PMID: 15717816.
- Gutkin, B. S., Dehaene, S. and Changeux, J.-P. (2006), 'A neurocomputational hypothesis for nicotine addiction.', *Proc Natl Acad Sci U S A*, 11061111, 103 *<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0510220103>
- Perez, P., Drey, A., Ritter, A., Dietze, P. and Mazerolle, L. A. (2005), *Sim-Drug: Exploring the Complexity of Heroin Use in Melbourne*. Monograph 11, Turning Point Drug and Alcohol Centre. *<http://hdl.handle.net/10072/7192>
- Redish, A. D. (2004), 'Addiction as a computational process gone awry', *Science* 1944, 306-1947. *<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/306/5703/1944>
- Reuter, P. (2001), 'The need for dynamic models of drug markets', *UNITED NATIONS PUBLICATION LIV*, 1-10.
- Rossi, C. (2002), 'The role of dynamic modelling in drug abuse epidemiology', *UNITED NATIONS PUBLICATION LIV*, 33-44. 1
- Rossi, C. (2004), 'Operational models for epidemics of problematic drug use: the mover-stayer approach to heterogeneity', *Socio-Economic Planning Sciences* 38, 73-90. *<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V6Y-494HK6C-3/1/b112f35f1bf49143ca52a6cd3fd500ba>
- Wallsten, T. S., Pleskac, T. J. and Lejuez, C. W. (2005), 'Modeling behavior in a clinically diagnostic sequential risk-taking task', *Psychological review* 862, 112-80. PMID: 16262471.

قابلیت پیش‌بینی تعداد معتادین (به تفکیک میزان شدت اعتیاد) را دارد.

کارکردهای مدل‌سازی محاسباتی در حوزه سوء مصرف مواد

مدل‌سازی محاسباتی پدیده‌ی اعتیاد چه در سطح خرد و چه در سطح کلان کارکردهای قابل توجهی دارد. مدل‌سازی این پدیده در سطح خرد این امکان را فراهم می‌کند که:

- داده‌های مختلف عصب‌شناسی و علوم رفتاری در یک قالب منسجم یکپارچه شوند،
 - عملکرد سناریوهای مختلف درمانی با استفاده از آزمونهای ارزیابی شناختی بررسی شود،
 - مدل‌های خرد-کلان مبتنی بر مدل یک عامل توسعه یابند،
 - تصمیم‌گیری عامل در شرایط مختلف به صورت کمی پیش‌بینی شود.
- لیکن کارکرد اصلی اینگونه مدل‌سازی،

روابط ریاضی توصیف شود.

مدل‌های خرد-کلان بر خلاف مدل‌های خرد در پی کشف رفتار جمعی و توصیف شاخص‌های جمعی عامل‌های موثر در اعتیاد هستند (مانند میزان مصرف کل مواد، میزان کل ارتکاب جرم و...)، روش مدل‌سازی به این گونه است که پس از شناسایی رفتار تک‌تک عامل‌ها، رفتار جمعی آنها در کنار یکدیگر شبیه‌سازی شده، از نتیجه آن شاخص‌های جمعی استخراج می‌شود. از پروژه‌های انجام شده در این زمینه می‌توان به پروژه موسوم به سیم‌دراگ SimDrug اشاره کرد که در آن «دوران قحطی هرویین» در ملبورن مدل‌سازی شده است. این پروژه با شبیه‌سازی شهر ملبورن و عوامل اجتماعی درگیر در اعتیاد (مانند معتاد، پلیس، درمانگر و...) توانسته که نقاط بحرانی (نقاطی که در آنها احتمال ارتکاب جرم زیاد است) و تعداد بیش مصرفی (overdose) را پیش‌بینی کند.

مدل‌های کلان همانند مدل‌های خرد-کلان در

مدل‌های کلان
<ul style="list-style-type: none"> • مدل‌های اقتصادی (کالکینز و همکاران ۲۰۰۴، روتبر ۲۰۰۱) • مدل‌های پویای اپیدمی (راسی ۲۰۰۴ و ۲۰۰۲)
مدل‌های خرد-کلان
<ul style="list-style-type: none"> • مدل‌های مبتنی بر سیستم‌های چند عامله (پرز و همکاران ۲۰۰۵) • مدل‌های مبتنی بر مردم‌شناسی (آگار ۲۰۰۴)
مدل‌های خرد
<ul style="list-style-type: none"> • مدل‌های مبتنی بر عصب‌شناسی محاسباتی (ردیش و همکاران ۲۰۰۴، گالینگ و همکاران ۲۰۰۶) • مدل‌های دارویی (آمد و همکاران ۲۰۰۵) • مدل‌های اقتصادی و رفتاری (بکر و همکاران ۱۹۸۸، برنهم و همکاران ۲۰۰۴، والستن و همکاران ۲۰۰۵)

شکل ۱. سطوح مدل‌سازی سوء مصرف مواد

سیاست‌گذاری بهینه است. مدل‌سازی کلان و کلان-خرد این امکان را فراهم می‌کنند که:

- در حوزه‌هایی که محدودیت داده وجود دارد، تخمینی قابل‌قبولی از شاخص مطلوب ارائه شود،
- نتایج حاصل از سیاست‌گذاری‌های مختلف پیش‌بینی و شبیه‌سازی شود،
- امکان سیاست‌گذاری پویا فراهم شود.

سه کارکرد فوق در واقع فراهم‌کننده‌ی یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران در حوزه‌ی اعتیاد است. با استفاده از مدل‌های توسعه‌یافته در حوزه‌ی کلان می‌توان روابط پیچیده میان اجزای درگیر در پدیده اعتیاد را به طور منسجم توصیف کرد و نتایج حاصل از هر سیاست‌گذاری (مانند وضع قوانین حقوقی، قوانین مالی و...) را مورد بررسی قرار داد. نیاز به سیاست‌گذاری پویا و تامین آن توسط مدل‌سازی

پی توصیف شاخص‌های جمعی هستند. تفاوتی که این گونه مدل‌سازی با دو نوع مدل‌سازی قبلی دارد در این است که این مدل‌سازی در سطح افراد انجام نمی‌شود و مستقیماً روابط حاکم بر شاخص‌های جمعی مطالعه می‌شوند. مدل‌های اقتصادی، مردم‌شناسی و اپیدمی‌پویا سه جریان حاکم بر این حوزه هستند. مدل‌های اقتصادی با استفاده از مفاهیم عرضه و تقاضا و استفاده از قیمت دارو سعی در پیش‌بینی شاخص‌های بازار مانند تعداد مصرف‌کنندگان، قیمت و غیره می‌کنند. رویکرد اپیدمی‌پویا با استفاده از مدل‌های پویا، فرایند گسترش و شیوع یک ماده را در یک جمعیت شبیه‌سازی می‌کند. از پروژه‌های انجام‌شده در این زمینه می‌توان به پروژه‌ی مدل‌سازی تقاضای کوکائین در ایالات متحده (انجام شده در موسسه رند (RAND)) اشاره کرد که مدل حاصل از آن